

# e-CUCBA



CUCBA | UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA



## Nota del editor

Con la intención de llegar a un público más extenso que hacen uso de las tecnologías actuales, se decidió publicar la revista Scientia-CUCBA exclusivamente en formato digital. En México, el Instituto Nacional de Derechos de Autor, establece que se reinicie la serie con un ISSN distinto y a partir del “número uno” para la versión electrónica. Por desgracia, el título para la versión electrónica no puede utilizarse porque “Scientia” es un vocablo ya ocupado con anterioridad por lo que tuvo que proponerse un nombre nuevo: **e-Cucba**. Esto no significa que se trate de otra revista, por ello no será necesario alterar los registros de la versión impresa que de ella se tengan en las bibliotecas.

Esta versión electrónica puede consultarse de manera libre en la dirección: <http://e-cucba.cucba.udg.mx> y está diseñada para imprimirse en papel tamaño carta (21.59 × 27.94 cm).

Serán bienvenidos todos los trabajos en las diferentes áreas de la Biología, Ciencias Agropecuarias y Forestales para su revisión y posible publicación; la “información para los autores” se encuentra en la dirección antes citada. Las propuestas deben dirigirse a: [servando.carvajal1@gmail.com](mailto:servando.carvajal1@gmail.com)

## Editor's note

With the intention to make it possible for more readers to have easy access to our publications we have decided to publish our bulletin Scientia-CUCBA exclusively in digital format. Unfortunately, the title to the electronic version can not be used because "Scientia" is a word already occupied previously, so we had to propose a new one: **e-CUCBA**. This does not imply that it is a new journal and therefore libraries should not designate a new title for e-Cucba. However, the Mexican Instituto Nacional de Derechos de Autor requires distinct ISSN number beginning with “number one” for the first electronic volume. Please note this difference in future citations.

The electronic version is available to anyone in: <http://e-cucba.cucba.udg.mx>. The page is designed to print on letter size paper (8.5 × 11 inches).

We welcome articles regarding any aspects of Biology and Agricultural and Animal Sciences and Forestry for review and possible publication. Information for contributors is available at the address cited above. Proposals should be sent to: [servando.carvajal1@gmail.com](mailto:servando.carvajal1@gmail.com)



**Presa de La Vega y el poblado de Teuchitlán vistos desde la zona arqueológica de Guachimontones, municipio de Teuchitlán. Jalisco. Octubre de 2003.**

Fotografía de Servando Carvajal.

---

**e-Cucba, Año 2, Número 4, julio-diciembre de 2015**, es una publicación semestral, editada por la Universidad de Guadalajara, a través de la Coordinación de Investigación, del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Camino Ing. Ramón Padilla Sánchez No. 2100, C.P. 45225, La Venta del Astillero, Zapopan, Jalisco, México. Teléfono: (33) 3777-1155, <http://e-cucba.cucba.udg.mx>, [servando.carvajal@cucba.udg.mx](mailto:servando.carvajal@cucba.udg.mx), editor responsable: Servando Carvajal Hernández. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo 04 – 2013 – 091314164100 – 203, ISSN: 2448-5225, otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la actualización de este número Angélica María Velázquez Flores de la Coordinación de Tecnologías para el Aprendizaje. Fecha de la última modificación 26 de diciembre de 2015, con un tiraje de un ejemplar.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación.

Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización de la Universidad de Guadalajara.



## UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

### RECTORÍA GENERAL

Iztcoatl Tonatiuh Bravo Padilla  
**Rector**

Miguel Ángel Navarro Navarro  
**Vicerrector Ejecutivo**

José Alfredo Peña Ramos  
**Secretario General**

### CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS

Salvador Mena Munguía  
**Rector**

Salvador González Luna  
**Secretario Académico**

José Rizo Ayala  
**Secretario Administrativo**

### Coordinación de Investigación

Servando Carvajal  
**Coordinador de Investigación**

Servando Carvajal  
*servando.carvajal1@gmail.com*

María Luisa García Sahagún  
*mlgsahagun@gmail.com*

### Editores

Paul C. Kersey  
*pasapavi85@gmail.com*

**Auxiliar en la edición**

# Contenido

Reúso del tezontle y su cambio físico en la producción de tomate (*Lycopersicon esculentum*) Citar

Eduardo Rodríguez Díaz, Eduardo Salcedo Pérez,  
Ramón Rodríguez Macías, Diego Raymundo González Eguiarte y  
Salvador Mena Munguía **11**

Evaluación de dos técnicas de muestreo para el vector del HLB *Diaphorina citri* en huertos de limón Persa en Jalisco Citar

Jaime Eduardo Reyes Hernández, Víctor Manuel Medina Urrutia, José Manuel Becerra Lizardi y Pedro Pozos Ponce **18**

Efecto de portainjertos en la calidad y rendimiento del fruto en sandías (*Citrullus lanatus*) “minis” Citar

Felipe Alejandro García López, Diego Raymundo González Eguiarte, María Victoria Huitrón Ramírez, Ramón Rodríguez Macías y Patricia Zarazúa Villaseñor **22**

Rendimiento de cinco variedades de frijol sembradas en tres fechas de siembra Citar

Liliana Lara Bejines, Patricia Zarazúa Villaseñor, Rogelio Lépiz Ildelfonso, José Ruiz Corral, Diego Raymundo González Eguiarte y José Pablo Torres Morán **29**

Evaluación de la calidad física y fisiológica de semilla de chia (*Salvia hispánica*) que utiliza el productor para su siembra Citar

Raymundo Velasco Nuño, Hugo Ernesto Flores López y Aldo Antonio Castañeda Villanueva **35**

Avances en el estudio de variabilidad genética en *Amaranthus* spp. Citar

Julio Yesua Anaya Covarrubias, Daniela Guadalupe Montes Guerrero, Carla Vanessa Sánchez Hernández y Martha Isabel Torres Morán **39**

Silenciamiento del gen de la prosistemina en *Physalis philadelphica* Citar

María Fernanda Esparza Soltero, José Luis Cabrera Ponce y Carla Sánchez Hernández **43**

Evaluación preliminar y selección de tomate milpero con fines de mejoramiento genético Citar

José Sánchez Martínez, Ofelia Vargas Ponce, Ma. Cruz Arriaga Ruiz, Luis Javier Arellano Rodríguez y Ma. Isabel Amparo Brambila **48**

Mejoramiento genético de jitomate para resistencia a

*Phytophthora infestans* Citar

Luis Javier Arellano Rodríguez, Eduardo Rodríguez Guzmán, José Miguel Padilla García, Ma. Cruz Arriaga Ruiz, José Sánchez Martínez, Adriana Natividad Avendaño López y Diana Yareli Arellano Zaragoza **54**

Relaciones morfométricas de *Pinus leiophylla* y *P. devoniana* en un bosque de pino-encino bajo manejo forestal Citar

Gerardo Alberto González Cueva, Agustín Gallegos Rodríguez, Mario Alberto Arroyo Vázquez y Oscar Jazel Nava Mercado **61**

Evaluación dasométrica de plantaciones forestales comerciales de *Tectona grandis* (Teca) con diferentes condiciones edáficas en Nayarit Citar

Efrén Hernández Álvarez, Gerardo Hernández Plascencia y Agustín Gallegos Rodríguez **66**

Mecanismo de regeneración de especies vegetales en áreas propensas a incendios forestales en el occidente de México Citar

Susana Zuloaga Aguilar **71**

Probabilidad de rebrote de un encinar postincendio del área natural protegida La Primavera, Jalisco, México Citar

José Adalberto Arias Menaut, Miguel Olvera Vargas, Blanca Figueroa Rangel y Agustín Gallegos Rodríguez **76**

Primer registro para *Coleosporium* asociado a la roya de las acículas de los pinos en el Área de Protección de Flora y Fauna “La Primavera”, Jalisco, México Citar

Luz Elena Claudio García, Fidel Góngora Rojas y Sandra Luz Toledo González **80**

Efecto del tamaño de contenedor en vivero del *Pinus hartwegii* Citar

Rosario Bernaola Paucar, Eduardo Salcedo Pérez y Porfirio Gutiérrez González **85**

Referencia a la hormiga en las crónicas de Indias Citar

Fernando Rafael Villaseñor Ulloa **88**

Análisis de la percepción de riesgos en el CUCBA por estudiantes expuestos Citar

Juan José Rentería Rubio, Evelyn Janett de Miguel Martínez y Martha Georgina Orozco Medina **91**

Género, emociones y relaciones interpersonales y su vinculación con conductas de riesgo para la salud en jóvenes de la ZMG Citar  
Carlos Martínez Munguía, Carmen Quintana Rodríguez, Liliana Aldrete Castañeda, Marina Flores González y Gerardo Ortiz Rueda **96**

Diseño de un sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas mediante humedal artificial en el municipio de Arandas, Jalisco Citar  
Aldo Antonio Castañeda Villanueva y Hugo Ernesto Flores López **102**

Estudios de calidad del agua previos a la construcción de una hidroeléctrica en el río San Pedro, Nayarit Citar  
Javier García Velasco, Sergio Honorio Contreras Rodríguez, Martha Georgina Orozco Medina, Beatriz Rodríguez Pérez, Cinthia Barajas García, Gabriela Hernández Pérez y Aurora Rosas Ramírez **109**

La gestión del Área Estatal de Protección Hidrológica Cerro Viejo Chupinaya los Sabinos: Un primer eslabón en la creación del Anillo Verde del Lago Chapala Citar  
Ofelia Pérez Peña, Ana Isabel Ramírez Quintana, Rodrigo Quiroz Muñoz y Elizabeth Rodríguez Castillo **114**

Percepción de problemas y de salud en las inmediaciones del canal de Av. Patria; Jalisco; México Citar  
María Azucena Arellano Avelar, Martha Georgina Orozco Medina y Arturo Figueroa Montaña **119**

Análisis de la calidad de series climáticas en Jalisco Citar  
Patricia Zarazúa Villaseñor, José Ariel Ruiz Corral, Diego Raymundo González Eguiarte, Gabriela Ramírez Ojeda y Guillermo Medina García **125**

Actualización del mapa de ruido de la zona centro de la ciudad de Guadalajara, Jalisco. México Citar  
Martha Georgina Orozco Medina, Raúl Osorio Martínez, Javier García Velasco, Arturo Figueroa Montaña y Giovana F. Amaya Acuña **132**

La jardinería espontánea; una opción sustentable Citar  
Roberto Novelo González y Luz Elena Claudio García **138**

Importancia del estudio de las cuevas para el estado de Jalisco Citar  
Héctor Leonel Ayala Téllez, José Luis de Luna Órnelas y Karla Carolina Magaña **141**

*www.parquesyareasnaturales-jalisco.udg.mx* Proyecto de extensión universitaria basado en Internet que vincula investigación y educación Citar  
Ana Isabel Ramírez Quintana, Margarita Anaya Corona, Miguel Enrique Magaña Virgen, Heriberto Cruz Solís, Ofelia Pérez Peña y Juan Pablo Corona Medina **146**

Bacterias productoras de ACC desaminasa de rizósfera y suelo salinos Citar

Jesica María Ramírez Villalobos, Josefina Casas Solís, Gil Virgen Calleros, Claudia Janeth Ramírez Díaz y María Milagros Martínez Palomar **151**

Dinámica poblacional de bacterias, hongos y actinomicetos durante el proceso de compostaje a gran escala de bagazo de agave azul Citar

Marcos Rafael Crespo González, Ramón Rodríguez Macías, Diego Raymundo González Eguiarte, Luis Alberto Rendón Salcido y José Ignacio del Real Laborde **155**

Bagazo de *Agave tequilana*: una alternativa para la inmovilización de levaduras en la producción de etanol Citar

Hasbleidy Palacios Hinestroza, Ricardo Manríquez González, Yolanda González García, José Armando Árias García, Diego Cesar Carrillo Espinosa, Javier Emmanuel Roldan Ortiz, Mauricio Degollado López, Mariam Araceli Amezcua Vázquez, Denys Pamela Ramírez Guisa y Juan Carlos Meza Contreras **160**

Efecto del extracto etanólico de la corteza de *Lophocereus schottii*, en la inducción de apoptosis en esplenocitos y células de linfoma murino I5178Y mediante la disminución en la expresión Bcl-2 y Bcl-XL Citar

Arturo Orozco Barocio, Salvador Velázquez Magaña, Edgardo Flores Torales, Jorge Peregrina Sandoval y Daniel Alejandro Garavito Espinoza **165**

Productividad primaria *ex situ* en coral hermatípico *Pocillopora capitata*, en la costa de Jalisco Citar

Mariel Torres Ortiz y Elva Guadalupe Robles Jarero **170**

Estudio preliminar del efecto genotóxico de las enfermedades cardiovasculares Citar

Nicole Macriz Romero, Olivia Torres Bugarín, José Pablo Aguilar Amezcua, Julio Rafael Flores Rascón, María Luisa Ramos Ibarra y Ana Josefina Ventura Aguilar **174**

Relación de daño genotóxico, citotóxico y potencial teratogénico de diferentes dosis de toxina botulínica tipo A, en eritrocitos de sangre periférica de dos modelos *in vivo* Citar

María Luisa Ramos Ibarra, Miranda Hermes Monge, Rodrigo Juárez Romero, José Luis Zavala Aguirre, Olivia Torres Bugarín y Ervin Saúl Enciso López **178**

Impactación cecal en los equinos Citar

Rubén Anguiano Estrella y Claudia Nayeli Anguiano Sevilla **182**

Contribución al tratamiento medico quirúrgico de la dermatitis verrucosa crónico de la cuartilla en los equinos Citar

Rubén Anguiano Estrella y Nancy Geovana Berumen Arellano **185**

Exantema coital equino. Caracterización clínica, epidemiológica y su vinculación con la importación de caballos europeos [Citar](#)  
Rubén Anguiano Estrella y Claudia Gabriela Fierro Pérez **189**

Evaluación de la falectomía parcial (técnica de Williams) en el tratamiento de las patologías complicadas del pene en los equinos [Citar](#)  
Rubén Anguiano Estrella y Alejandra Jaqueline Ochoa Yera **193**

Síndrome atáxico cistítico teratogénico en equinos. Caracterización clínica y evolución de un brote [Citar](#)  
Rubén Anguiano Estrella y Claudia Nayeli Anguiano Sevilla **197**

Tratamiento de fracturas laminares (laja) del tercer hueso del carpo [Citar](#)  
Claudia Nayeli Anguiano Sevilla y Rubén Anguiano Estrella **202**

Contribución al estudio de la variación morfológica en *Opuntia jaliscana* Bravo (Cactaceae) [Citar](#)  
Edgar Noel López Borja, Rosa de Lourdes Romo Campos, Alejandro Muñoz Urías y José Luis Flores Flores **204**

Efecto de algas marinas en el desarrollo de *Gerbera jamesonii* (Asteraceae) [Citar](#)  
María Luisa García Sahagún, Alicia de Luna Vega, César Zúñiga Campa, Osvaldo Alejandro Bañuelos Gutiérrez y Mariana Silva Echeverría **209**

Aptitud combinatoria de líneas precoces de maíz en base al diseño genético “Line by Tester” [Citar](#)  
Florencio Recendiz Hurtado, Salvador Mena Munguía, Claudia Lorena Ibañez Vargas, José Emmanuel García Galindo, Christian Octavio Orozco López y Ariadna Karina Magaña Mendoza **214**

Generación de híbridos de maíz (*Zea mays* L.) precoces con líneas dobles haploides para el trópico y subtrópico de Jalisco [Citar](#)  
Salvador Mena Munguía, Ariadna Karina Magaña Mendoza, Florencio Recendiz Hurtado, Claudia Lorena Ibañez Vargas, Emmanuel García Galindo y Christian Octavio Orozco López **221**

Avances en el estudio de Araliaceae para la flora de Jalisco y áreas colindantes, México [Citar](#)  
Adriana Enetzin Iñárritu Medina, Jesús Jacqueline Reynoso Dueñas, Servando Carvajal y Leticia Hernández López **225**

Evaluación de la cobertura y densidad de nueve especies nativas con potencial de restauración de suelos degradados del bosque La Primavera [Citar](#)  
Milca Mayo Mendoza, Rosa de Lourdes Romo Campos, Jaqueline Camberos Reynoso y Erik Martín Castañeda Zavalza **232**

Avances en el conocimiento de los macromicetos del Área Natural Piedras Bola, Mpio. de Aqualulco de Mercado, Jalisco [Citar](#)  
Rosa Alejandra Zamora Valdés, María de Jesús Herrera Fonseca, Cesar Omar Torres Preciado y Olivia Rodríguez Alcántar **237**

Propuesta sobre el desarrollo de una ruta micoturística en la Sierra de Quila [Citar](#)  
Luis Villaseñor Ibarra, Martha Cedano Maldonado, Laura Guzmán Dávalos y M. P. Ramos Suárez **241**

Diseño, construcción y operación de una cámara de fructificación de hongos comestibles con fines didácticos y de investigación [Citar](#)  
Alejandro Canale Guerrero y Alejandra Sánchez Martínez **245**

Estructura poblacional, diversidad y diferenciación genética de *Magnolia pugana* [Citar](#)  
Ahtziri Socorro Carranza Aranda, Miguel Ángel Muñiz Castro, Luz Patricia Castro Félix, Anne Santerre, José Antonio Vázquez García, Ana Teresa Nuño Rubio y Nayeli Alejandra Pirita Calleros **249**

Pruebas de viabilidad e imbibición en semillas de dos poblaciones de *Magnolia pugana* especie endémica del centro de México [Citar](#)  
César Jacobo Pereira, Rosa de Lourdes Romo Campos y Karla Denisse García Castro **256**

Aportaciones de la Maestra Luz María Villareal de Puga a la Colección Ficológica del Instituto de Botánica de la Universidad de Guadalajara [Citar](#)  
María Victoria Carrillo Camacho, Doroteo Barragán Zepeda y María Guadalupe Pulido Ávila **260**

Más de una década de protección y conservación de tortugas marinas en México, Proyecto Selva Negra/UdeG [Citar](#)  
Blanca Alicia Bojórquez Martínez, Leonardo Felipe Alvarado Valencia y Adriana Ortega Rivera **264**

Riqueza y diversidad de las aves acuáticas en la Laguna de Sayula, Jalisco, México [Citar](#)  
María Marcela Güitrón López, Óscar Báez Montes y Yadira Fabiola Estrada Sillas **272**

Avances en la identificación de felinos de México a través de un método no invasivo [Citar](#)

Anahí Mejía Puente, Fernando Cervantes Reza y Patricia Castro Félix **281**

Listado preliminar de abejas silvestres (Hymenoptera: Anthophila) del Bosque Escuela, La Primavera, Jalisco [Citar](#)

Osiris Yanid Serrano Pineda, Hugo Eduardo Fierros López, Alejandro Muñoz Urias y Claudia Aurora Uribe Mú **287**

Hábitos de alimentación, tabaquismo y consumo de alcohol en estudiantes de las licenciaturas de Ingeniero Agrónomo y Medicina Veterinaria y Zootecnia del CUCBA, Universidad de Guadalajara [Citar](#)

Zoila Gómez Cruz, Araceli Hernández Tinoco, José Pablo Torres Morán y Patricia Landeros Ramírez **292**

Egresados universitarios y redes sociales en un mercado de trabajo globalizado [Citar](#)

Juan Patricio Castro Ibañez, Bertha Adelina López Arce, Fernando López Alcocer y Martha Alicia Villaseñor Tinoco **298**

¿Es necesario el nombrar para que emerjan las relaciones de equivalencia? [Citar](#)

Adriana Gabriela Quezada Velázquez, María Antonia Padilla Vargas y Carlos Javier Flores Aguirre **303**

Efectos de la novedad en un arreglo contingencial de curiosidad [Citar](#)

María Esther Valle Morfín y María Elena Rodríguez Pérez **309**

Actividad electroencefalográfica durante la estimulación visual erótica en hombres jóvenes: efecto del alcohol [Citar](#)

Claudia del Carmen Amezcua Gutiérrez, Marisela Hernández González, Araceli Sanz Martín y Miguel Ángel Guevara Pérez **313**

Estudio retrospectivo de los tumores de células redondas diagnosticados en el centro de investigaciones en patología animal durante el periodo 2008–2012 [Citar](#)

Jaime Coronilla Martínez, Raúl Leonel de Cervantes Mireles, Víctor Barragán Cano, Carlos Baldwin Sevilla y Milagros Orozco Delgado **319**

Estudio retrospectivo de hemangiosarcomas diagnosticados en el Centro de Investigaciones en Patología Animal de la Universidad de Guadalajara en el periodo 2001–2010 [Citar](#)

Luis Fernando Solano Revilla, Mauricio García Calderón, Xóchitl Rocío Ávila Dávila, Víctor Barragán Cano Víctor y Raúl Leonel de Cervantes Mireles **325**

Frecuencia de *Listeria monocytogenes* en chía (*Salvia hispanica*)  
Angélica Luis Juan Morales, Zianya Elena Fuentes Núñez, [Citar](#)  
Ricardo Alaniz de la O y Beatriz Teresa Rosas Barbosa **331**

Efecto de vermicompost en la producción de tomate [Citar](#)  
Luis Fernando Ceja Torres, Gilberto Vázquez Gálvez y Rebeca Flores Magallón **336**

Evaluación de vermicomposta en el crecimiento y producción  
de fresa y pepino [Citar](#)  
Gilberto Vázquez Gálvez, Rebeca Flores Magallón y Luis Fernando Ceja Torres **341**

Histoplasmosis canina en pulmón [Citar](#)  
Víctor Barragán Cano, Aurora Celia Farías Gonzáles y Jacinto Bañuelos Pineda **345**

Deposición mineral en codornices en postura como efecto de la  
inulina hidrosoluble [Citar](#)  
Jorge Luis Pérez de la Mora, José Rogelio Orozco Hernández, Idalia Ruiz García y  
Roberto Cristino García de la Peña **349**

Características de crecimiento de becerras Holstein del  
nacimiento al destete en el centro de recría (CERCRIA) PROLEA  
en Acatic, Jalisco [Citar](#)  
Rosario Guadalupe Nieves Pedroza, Ernesto Medina Núñez, José de Jesús Ramírez  
González, Francisco Javier Padilla Ramírez y Eduardo González Covarrubias **353**

Comportamiento productivo y reproductivo de vaquillas de  
reemplazo del centro de recría (CERCRIA) PROLEA de Acatic,  
Jalisco [Citar](#)  
Rosario Guadalupe Nieves Pedroza, Ernesto Medina Núñez, José de Jesús Ramírez  
González, Francisco Javier Padilla Ramírez y Eduardo González Covarrubias **357**

Identificación y estimación de frecuencias alélicas del síndrome  
de deficiencia de adhesión leucocitaria bovina (BLAD) y  
complejo de malformación vertebral (CMV) por PCR-RFLP en  
dos poblaciones de vacas Holstein [Citar](#)  
Carolina Martínez Sosa, Miguel Ángel Ayala Valdovinos, Theodor Duifhuis Rivera,  
Jorge Galindo García, David Román Sánchez Chiprés y  
Eduardo González Covarrubias **361**

Utilización del lactosuero dulce para cerdos al destete [Citar](#)  
Martha Alicia Castañeda Vázquez, José Luis Serratos Arévalo, Hugo Castañeda  
Vázquez, Juan Carlos Serratos Arévalo y Carlos Bedolla Cedeño **366**

Recuento de células somáticas en vacas lecheras criollas  
holstein en los tanques y su relación con mastitis subclínica [Citar](#)  
Arturo Aguilar Aldrete, Jacinto Bañuelos Partida, Raúl Leonel de Cervantes Mireles y  
Gustavo Arturo Aguilar Flores **372**

Evaluación de conductas de riesgo de ratas inoculadas con Trofozoitos de *Toxoplasma gondii* Citar

Carmen Cecilia Gómez Rodiles, Jacinto Bañuelos Pineda, Paula González Sánchez, Juanita Acero Ortega, Ernesto Díaz Guerrero y María Guadalupe Jorge Espinosa **378**

Determinar la presencia del parásito *Trichinella spiralis* en caballos procedentes de un rastro del estado de Zacatecas y de dos rastros del estado de Jalisco con muestras de cerdos Citar

Miriam Susana Medina Lerena, Carlos Pacheco Gallardo, Delia Guillermina González Aguilar y María del Carmen Rodríguez González **383**

Efectos del consumo de tortilla de maíz azul de la raza mixteco sobre parámetros morfológicos del hipocampo de ratón Citar

Edna Alarcón Aparicio E., Jacinto Bañuelos Pineda, Rosa Isela Guzmán Gerónimo, María Luisa Ramos Ibarra, Carmen Cecilia Gómez Rodiles, Efraín Rivas Celis, Juanita Acero Ortega, Luis Octavio Aguirre López y José Luis Chávez Servia **388**

Toxicidad aguda y genotoxicidad de fructanos de agave Citar

Eduardo Padilla Camberos y Sabina Raquel Hidalgo Mendoza **393**

Fumonisinias en rastrojo de maíz destinado al consumo de equinos en distintas localidades del estado de Jalisco Citar

Claudia Nallely Anguiano Sevilla, Severiano Patricio Martínez, Alejandro Montaña Oseguera, José Pablo Torres Morán, Rubén Anguiano Estrella y Waldina Patricia Reyes Velázquez **398**

# Comite Editorial Internacional 2013-2016

**Anatoli Borodanienko**

Universidad de Guanajuato,  
México.

**Alejandro Castillo Ayala**

Universidad de Texas A & M.  
U.S.A.

**Daniel G. Debouck**

Centro Internacional de  
Agricultura Tropical (CIAT),  
Cali, Colombia.

**Eric Esteve**

Centro Mas Bove. Tarragona,  
España.

**René Funes Rodríguez**

Centro Interdisciplinario de  
Ciencias Marinas (CICIMAR-  
IPN), Baja California,  
México.

**Steve Gliesman**

Universidad de California,  
Campus Santa Cruz. U.S.A.

**Rafael Gómez Kasky**

Universidad de Las Villas,  
Cuba.

**Eduardo González Izquierdo**

Universidad de Pinar del Río,  
Cuba.

**David Hansen**

Midamerican International  
Agricultural Consortium,  
Iowa State University. U.S.A.

**Ángel Luque Escalona**

Universidad de Las Palmas,  
Gran Canaria, España.

**Anderson Ferreira P.****Machado.**

Universidade Estadual de  
Feira de Santana, BA. Brasil

**Xavier Navarro Acebes**

Departament de Biología  
Cel•lular, de Fisiología i  
d'immunologia, Bellaterra,  
España.

**Guillermo A. Navarro**

Centro Agronómico Tropical  
de Investigación y Enseñanza  
(CATIE) - Turrialba, Costa  
Rica.

**Michael F. Notan**

Collage of Agriculture,  
Food & Natural Resources,  
University of Missouri,  
Columbia, U.S.A.

**Oliver Pratseval Algels**

Centro de Tecnología de la  
Carne. Monells (Girona)  
España.

**Ruperto Quesada Monge**

Instituto Tecnológico de  
Costa Rica.

**Joan Tibau**

Centro de Control Porcino.  
Monells (Girona) España.

**Enrique Verdú Navarro**

Departament de Biología  
Cel•lular, de Fisiología i  
d'immunologia, Bellaterra,  
España.

**Francisco Villalpando Ibarra**

Organización Meteorológica  
Mundial (OMM), Ginebra,  
Suiza.



*Es una publicación de la Universidad de Guadalajara, que tiene el propósito de difundir el conocimiento generado en Biología, ciencias Agropecuarias y Forestales, entendidas en sentido amplio, así como los resultados de los trabajos de investigación científica desarrollados en sus centros universitarios y en otras instituciones tanto nacionales como del extranjero. Se publican trabajos originales e inéditos en español, inglés, portugués y francés; cada artículo contiene un resumen en español y en inglés, además del propio de la lengua en que esté escrito. No hay límites en el número de páginas ni en la cantidad de fotografías a color.*

## Diseño y maquetación

### ORGÁNICA EDITORES

Saulo Cortés | José Manuel Sánchez  
🌐 [www.organicaeditores.mx](http://www.organicaeditores.mx)

# Reúso del tezontle y su cambio físico en la producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill)

Citar

Eduardo Rodríguez Díaz<sup>1</sup>✉, Eduardo Salcedo Pérez<sup>2</sup>, Ramón Rodríguez Macías<sup>1</sup>, Diego Raymundo González Eguiarte<sup>1</sup> y Salvador Mena Munguía<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. <sup>2</sup>Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingeniería, Departamento de Celulosa, Madera y Papel. Universidad de Guadalajara, Camino Ing. Ramón Padilla Sánchez No. 2100, La Venta del Astillero, 45221, Zapopan, Jalisco, México.

✉ e.lalo50@gmail.com

## Introducción

En México existe una creciente demanda de sustratos para la producción de horticultura protegida. El sustrato, puede intervenir o no en el proceso de nutrición mineral de la planta, por lo que se pueden clasificar como químicamente activos (turberas, corteza de pino, fibra o polvo de coco, etc.) o químicamente inertes (perlita, lana de roca, roca volcánica, entre otros) (Cadahía, 2005; Urrestarazu, 2004; Pastor, 1999).

Ya desde la década de los 80's Verdonk *et al.* (1981) y Wilson (1985) reconocieron la importancia de la porosidad y la aireación del sustrato; por su parte, Peñuelas y Ocaño (2000) expresan que las propiedades físicas más importantes son las relacionadas con los poros internos de las partículas y el espacio poroso entre ellas; es decir, la granulometría, la porosidad y el reparto de las fases sólida y gaseosa. El tezontle es una roca volcánica utilizada como sustrato hidropónico en la producción hortícola y ornamental (Ojodeagua *et al.*, 2008; Baca *et al.*, 1991). Con respecto al tezontle Vargas *et al.* (2008), reportan que la densidad aparente y la densidad real aumentaron conforme disminuyó el tamaño de la partícula; mientras que el espacio poroso total se incrementó con el aumento en el tamaño de partícula. Según Ansorena (1994), el tamaño óptimo de partículas para sustratos

hortícolas se ubica entre 0.25 y 2.5 mm. Las partículas de tamaño uniforme mejoran el suministro de oxígeno a las raíces, comparado con mezclas de partículas de diferentes tamaños (Steiner, 1968; Biran y Eliassaf, 1980; Gislerød, 1997). El estudio de las propiedades físicas y químicas de los sustratos es indispensable para evaluar su aptitud en el soporte de cultivos hidropónicos. Además, es necesario evaluar directamente la respuesta de la planta, de la cual dependerá su manejo adecuado (Luque, 1981).

Evaluar y determinar las posibilidades de su reúso y las cualidades que conserve para la producción hidropónica significa un mayor impacto en la reducción de los costos de producción. San Martín *et al.* (2012) en investigaciones con tomate, concluyeron que el tamaño de partícula de tezontle tuvo efecto sobre algunas propiedades de calidad de fruto como pH, proporción de jugo y firmeza; evaluaron la calidad física y química del fruto producido en hidroponía, el sustrato utilizado tenía cuatro diferentes tamaños de partícula: 3-5, 5-10, 10-20 y 20-30 mm de diámetro, mezclado con polvo y fibra de coco (PFC) en proporción 3:1. Sus resultados reflejan que los sustratos evaluados no influyeron en un cambio significativo en los valores para los parámetros de calidad de fruto: sólidos solubles totales, acidez titulable, relación sólidos solubles totales/acidez titulable, conductividad eléctrica y color.

Estos resultados, según los autores, se deben al suministro de agua fácilmente disponible, ya que ninguno de sus tratamientos afectó la disponibilidad del agua de riego al no contener partículas finas menores a 3 mm, además de que las pérdidas de humedad y fertilizantes fueron menores, por lo tanto se incrementó la salinidad y alcalinidad en el sustrato, lo que influyó en los atributos físicos y químicos del fruto de tomate producido en hidroponía.

De acuerdo a lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue identificar los cambios en las propiedades físicas del tezontle por efecto de su reutilización; así como, evaluar su influencia sobre el desarrollo del cultivo de tomate y algunas variables de producción.

## Materiales y métodos

La investigación se desarrolló en un invernadero de 500 m<sup>2</sup> en el poblado de Buena Vista municipio de Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco, México que se ubica a los 20° 26' 28" de Latitud Norte y 103° 31' 22" de Longitud Oeste, a 1524 msnm. Las evaluaciones se realizaron de Agosto de 2009 a Septiembre de 2010. Para la fase experimental, se establecieron 600 plantas en 250 m<sup>2</sup> de dicho invernadero (2.4 plantas m<sup>2</sup>), de las cuales solo se consideraron de manera aleatoria en función del diseño experimental empleado.

Se utilizó como sustrato tezontle rojo, mineral de origen volcánico que presenta una alta heterogeneidad en el tamaño de partícula, lo cual requirió un primer tamizado para dejarlo en "calidad arena" (partículas de 1 cm aproximadamente); posteriormente antes de su uso en la investigación se homogenizó y se cribó en una malla de 6 mm.

Con la finalidad de obtener el material de evaluación (tezontle de cero uso, primer reúso y segundo reúso), fue necesario establecer un experimento secuenciado en el periodo de agosto de 2009 a septiembre de 2010; así, para el ciclo que inició en Agosto de 2009 se utilizó tezontle virgen, es decir cero uso, denominándole T0. Al final de éste ciclo el tezontle fue utilizado para establecer el siguiente cultivo y así obtener resultados referentes al tezontle de primer reúso (T1); de la misma manera al finalizar este ciclo se estableció el siguiente cultivo para obtener información de un segundo reúso (T2). A dichos materiales se les determinaron las características físicas de interés antes y después de su utilización.

Se utilizó la variedad de Tomate Saladet SUN 7705, de crecimiento indeterminado de la empresa Nunhems. Para la producción de las plántulas se utilizaron charolas que contenían como sustrato Sunshine N° 3. Los trasplantes para los tratamientos se efectuaron el 7 de agosto de 2009, el 2 de Enero de 2010 y el 17 de Junio de 2010; mismos que se realizaron en bolsas negras de polietileno con capacidad de 18 litros, conteniendo el sustrato tezontle.

El diseño experimental fue completamente al azar, incluyó tres tratamientos (primer uso T0, primer reúso T1 y segundo reúso T2) con cuatro repeticiones cada uno, cuatro plantas por repetición; cada planta correspondió a una unidad experimental teniendo 16 plantas por tratamiento y ciclo de cultivo correspondiente, obteniendo 48 plantas para la investigación, de un total de 600 plantas establecidas por ciclo.

Para las variables evaluadas, se efectuó el análisis de varianza y comparación de medias con la prueba de Tukey ( $p < 0.05$ ), así como la desviación estándar para los tratamientos; se utilizó el paquete SAS (SAS Institute, 1990).

Los tratamientos se basaron en el uso y reúso del tezontle y el efecto que produjo su reutilización en las características físicas del sustrato: densidad aparente, capacidad de retención de humedad, porosidad total y porosidad de aireación; determinaciones realizadas por el método descrito por Ansoarena (1994). Además se determinó la distribución del tamaño de partículas utilizando el equipo de tamizado Ro-Tap. Se realizaron dos tamizados, el primero de ellos con tamices de 6, 5, 4, 3 y 2 mm. Adicionalmente, y con el objetivo de precisar las diferencias entre las características físicas de los sustratos, se determinó la distribución del tamaño de partículas finas (< 5 mm), en un segundo tamizado con tamices de 5, 0.84, 0.42, 0.3 y 0.25 mm.

Se recolectó una muestra de sustrato por unidad experimental para formar una muestra compuesta de 5 litros para realizar tres análisis para cada parámetro físico estudiado. Los materiales se secaron a una temperatura de 60 °C durante 48 horas. Los análisis se realizaron al inicio y final de cada ciclo de cultivo. Después de evaluar las características físicas del sustrato original (T0), el material para el primer ciclo de cultivo, se depositó en bolsas de polietileno con capacidad de 18 litros. Para el segundo ciclo de cultivo, solo se eliminó la parte aérea de las plantas y se usó la misma bolsa con el sustrato derivado (T1) para establecer la plántula de tomate del segundo ciclo. Procediendo de la misma manera para el tercer ciclo y con el sustrato (T2) derivado del ciclo anterior.

La nutrición de las plantas se realizó a través de un sistema de riego por goteo aplicando la Solución Steiner en diferentes porcentajes, iniciando con el 10% de la solución e incrementos del 5% hasta terminar con un máximo del 40% de la misma, en función de las fases fenológicas del cultivo.

Las plantas se guiaron a un solo tallo eliminando los brotes axilares del tallo principal durante todo el desarrollo del cultivo, con inicio a los 25 días después del trasplante.

La variable evaluada fue el peso de fruto, se registró el peso de fruto en una báscula digital, se realizaron cinco muestreos, hasta el quinto racimo. Para el primer cultivo (T0) se inició la medición el 28 de agosto de 2009 y se terminó el 17 de octubre del mismo año. En el segundo cultivo (T1) se inició el 25 de enero de 2010 y finalizó el 23 de marzo del mismo año. En el tercer cultivo (T2) se inició el 28 de junio de 2010 y se terminó el 12 de septiembre del mismo año.

## Resultados

Para las características físicas de los materiales evaluados se observó que las variables: densidad aparente, retención de humedad en columna, retención de humedad en contenedor, porosidad total y porosidad de aireación fueron modificadas por efecto de la distribución del tamaño de partículas ocasionado por el uso y reúso del sustrato (Cuadro 1). Las partículas mayores de 6 mm después de su primer reúso ya no se percibieron, en cambio las partículas menores sí se mostraron con una diferente redistribución. En esta investigación se realiza un segundo tamizado (Cuadro 2) para determinar la redistribución del tamaño de partículas y su efecto en las variables medidas.

En el Cuadro 2 se observa que el mayor porcentaje de partículas finas que son influyentes en la capacidad de retención de humedad y aireación de los sustratos se encontraron entre 0.84 y 0.42 mm por una redistribución del tamaño de partículas originadas por el reúso, lo cual puede apreciarse con los valores del coeficiente de variación

**Cuadro 1.** Distribución del tamaño de partículas del sustrato en su primer tamizado.

Tamiz	Tezontle 0 uso (T0)		Tezontle 1er. reúso (T1)		Tezontle 2do. reúso (T2)		C.V. (%)
	Volumen (cc)	%	Volumen (cc)	%	Volumen (cc)	%	
>6 mm	57.00	7.94Aa	0.00	0.00Ba	0.00	0.00Ba	3.01
5 – 6 mm	50.33	7.01Ab	24.00	5.63Bb	10.00	4.02Cb	0.17
4 – 5 mm	166.33	23.16Ac	134.00	31.4Bc	44.00	17.67Cc	0.037
3– 4 mm	38.00	5.29Ad	80.00	18.78Bd	17.00	6.83Cd	0.115
2 – 3 mm	126.00	17.54Ae	38.00	8.92Be	30.00	12.05Ce	0.078
< 2 mm	280.67	39.07Af	150.00	35.21Bf	148.00	59.44Cf	2.255
C.V (%)		0.054		0.054		0.143	

**Cuadro 2.** Distribución del tamaño de partículas del sustrato en su segundo tamizado.

Tamiz	Tezontle 0 uso (T0)		Tezontle 1er. reúso (T1)		Tezontle 2do. reúso (T2)		C.V (%)
	Volumen (cc)	%	Volumen (cc)	%	Volumen (cc)	%	
>5 mm	240	51.1 Aa	5	1.0 Baa	0.00	0 Ca	0.47
5-0.84 mm	224	47.7 Ab	395	79.9Bbb	194.00	74.40Cb	0.15
0.84-0.42 mm	1.5	0.3 Ac	60	12.1 Bcc	50.00	19.20Cc	0.78
0.42-0.3 mm	0	0.0 Ad	15	3.0 Bdc	9.00	3.40 Cd	3.11
0.3-0.25 mm	0	0.0 Ae	5.5	1.1 Bed	2.50	0.90 Ce	8.33
< 0.25 mm	4	0.9 Ae	14	2.8 Bfd	5.00	1.90 Cf	0.54
C.V. (%)		0.33		0.57		0.17	

(CV). Se presentó además una disminución de la porosidad influyente en la aireación (T0: 12.3% y T2: 8%), debido a que las partículas superiores a 5 mm ya no aparecieron después del primer reúso (Cuadros 2 y 3), pero si un incremento en la porosidad influyente en la retención de agua ( T0: 43% y T2: 48%) y como consecuencia una disminución en la capacidad de aireación (Cuadro 3).

Los cambios en las características físicas del sustrato que influyen en el manejo del riego y la nutrición del cultivo: densidad aparente, capacidad de retención de humedad y capacidad de aireación, que se generaron por el reúso del tezontle, se presentan en el Cuadro 3.

La densidad aparente, debido al cambio del tamaño de partícula (Cuadros 2 y 3), fue la que presentó mayor variación al pasar de 0.92 a 0.81 g/cm<sup>3</sup>, pero la retención de humedad aumentó y por lo tanto la capacidad de aireación disminuyó, presentando diferencias significativas (Tukey,  $p \leq 0.05$ ) (Cuadro 3). A pesar de estos cambios el comportamiento del cultivo no se vio afectado, ya que manejando el riego de acuerdo a cada una de estas variables en los tratamientos se mantuvo la producción en todos los casos. En este sentido, los valores observados en densidad aparente entre los tratamientos a pesar de presentar diferencia estadísticamente significativa, se encuentran dentro de los rangos reportados por varios autores.

**Cuadro 3.** Características físicas del sustrato en su primer tamizado.

Determinación	Tezontle 0 uso (T0)	Tezontle 1er. reúso (T1)	Tezontle 2do. reúso (T2)
Densidad aparente (g/cm <sup>3</sup> )	0.92 a	0.91 a	0.81 b
Retención humedad (columna) (%)	40.67 a	41.66 a	45 a
Retención humedad (contenedor) (%)	43.10 c	45.69 b	48 a
Porosidad total (%)	55.5 a	55 a	56.5 a
Porosidad de aireación (%)	12.33 a	9.3 ab	8 b

**Cuadro 4.** Efecto del sustrato en el peso promedio de fruto.

Tratamiento	Peso promedio por muestreo (g)					Peso (g)
	Racimo 1	Racimo 2	Racimo 3	Racimo 4	Racimo 5	
Tezontle 0 uso (T0)	96.4	105.32	125.4	121.92	108.95	111.60 a
Tezontle 1er. reúso (T1)	103.57	105.57	121.17	124.65	111.37	113.47 a
Tezontle 2do. reúso(T2)	68.25	84.6	106.9	110.97	112.17	96.58 a

La retención de humedad, tanto en columna como en contenedor se incrementó por el reúso, debido a la redistribución del tamaño de partícula, a consecuencia del mayor porcentaje de partículas de tamaño inferior a 5 mm; también influyó en esta propiedad, la disminución de la densidad aparente en los materiales evaluados (Cuadro 3); sin embargo, solo en la retención de humedad en contenedor se presentaron diferencias significativas (Tukey,  $p \leq 0.05$ ); lo cual es debido a que al aumentar la proporción de partículas finas (menores a 0.84 mm), se incrementa la superficie específica del material (T0: 4.78 m<sup>2</sup> g<sup>-1</sup> y T2: 5.48 m<sup>2</sup> g<sup>-1</sup>), lo que le otorga mayor retención de humedad y con ello la disponibilidad del agua para el cultivo se ve mejorada. Es la porosidad probablemente la propiedad física más importante de los sustratos empleados; para el caso del tomate en la presente investigación el 56% de porosidad fue adecuado para su desarrollo. El valor mínimo recomendado de porosidad de aireación del sustrato es 10%, éste realmente debe ajustarse de acuerdo a la tolerancia de las plan-

tas a niveles bajos de aireación; el tomate puede desarrollarse favorablemente entre 10 y 15% en su porosidad de aireación, lo cual se mantuvo hasta el primer reúso (T1); para el segundo reúso (T2) su disminución (8%) implicó realizar un manejo del riego de acuerdo a las necesidades del cultivo evitando la saturación y la disminución en los niveles de aireación en la raíz.

Al comparar el peso promedio de fruto de los racimos por tratamiento, no se observó diferencia significativa entre los tratamientos en cada uno de los muestreos evaluados (Cuadro 4), aunque sí se apreció una disminución en el peso promedio final para el segundo reúso (T2) con 96.58 g; ya que en T2 el racimo 1 y racimo 2 fue menor que los demás influyendo en el peso promedio del tratamiento pero no reflejando diferencia estadística.

También se observa que las características de los materiales que se utilicen como medio de cultivo son determinantes en

el manejo de las plantas, tanto en el riego como en la nutrición vegetal.

De esta manera, el tezontle se podrá usar en tres ciclos de cultivo de tomate con un manejo adecuado en el sistema de producción, contribuyendo de esta forma a la producción de hortalizas de manera sostenible, disminuyendo los costos de producción en lo que se refiere al uso de sustratos nuevos. El cultivo de tomate con tezontle como sustrato, de manera convencional se reusa sólo una vez, por considerar el ahorro que esto representa y no más reusos por que se cree que el material ya no reúne las propiedades físicas adecuadas para el buen desarrollo del cultivo y para lograr una producción rentable; en este sentido, y como se ha demostrado en el presente trabajo, es posible un segundo reuso y con ello un mayor ahorro económico de los costos de producción. Además, es posible acortar los tiempos de producción entre ciclo y ciclo, ya que para los reusos la única práctica adicional requerida será una desinfección al sustrato.

## Discusión

En base a los resultados obtenidos se puede apreciar que al reusar el tezontle, disminuye la porosidad influyente en la aireación debido a que las partículas superiores a 5 mm ya no se encuentran después del primer reuso, pero si un incremento en la retención de agua y como consecuencia una disminución en la capacidad de aireación; resultados similares reportan Vargas *et al.* (2008) al evaluar el efecto de tamaño de partícula en propiedades físicas de tezontle; concluyen que cuando el diámetro de partícula se reduce por debajo de 0.50 mm la capacidad de aireación se reduce significativamente, además que los valores de espacio poroso

total y de porosidad ocluida se incrementan al aumentar el tamaño de partícula.

Los valores observados en densidad aparente entre los tratamientos a pesar de presentar diferencia estadísticamente significativa, se encuentran dentro de los rangos reportados por Vargas *et al.* (2008), quienes refieren promedios entre 0.67 y 0.98 g/cm<sup>3</sup> para las diferentes granulometrías evaluadas en su trabajo.

Los resultados en peso de fruto concuerdan con los obtenidos por Ojodeagua *et al.* (2008) al evaluar dos sustratos de producción hortícola: suelo y tezontle con diferente granulometría, sin detectar diferencias significativas en la producción de tomate, el cual registró un peso promedio de 120 g fruto<sup>-1</sup>. Velasco *et al.* (2004) al comparar tres sustratos en la producción de tomate: arena de río, lama y cascajo, no registraron diferencias en el rendimiento de fruto. También hay concordancia con los resultados de Abad y Noguera (2000) quienes afirman que existen numerosos materiales que se pueden utilizar con éxito en la producción hortícola, ya que las características de los materiales que se utilicen como medio de cultivo son determinantes en el manejo de las plantas, tanto en el riego como en la nutrición vegetal. Así mismo, la reducción de la aireación en el sustrato originada por el reuso influye en la reducción de la asimilación de nutrimentos por parte de la planta (Morgan, 2012) y como consecuencia una disminución en el peso de los frutos.

## Conclusiones

El tezontle como sustrato puede utilizarse por tres ciclos consecutivos de tomate (primer uso y dos reusos), en virtud de que la redistribución del tamaño de partículas fi-

nas originadas por el reúso, sólo influyó en un aumento en la capacidad de retención de humedad y en una disminución de la capacidad de aireación. El peso de fruto, no presentó diferencia estadística pero si hubo una tendencia a tener un peso promedio menor en el segundo reúso. Por lo anterior se concluye que no se modifica la respuesta productiva del cultivo de tomate por el reúso del tezontle y además permite un ahorro económico en la producción de tomate hidropónico debido a su reúso (primero y segundo).

### Referencias bibliográficas

- Abad, B. M. y Noguera, P. 2000. *Los sustratos en los cultivos sin suelo*. En Manual de cultivo sin suelo. M Urrestaraze. Mundi-Prensa. España. p. 137-185.
- Ansorena, J. 1994. *Sustratos. Propiedades y Caracterización*. Mundi-Prensa. Madrid, España. p. 172.
- Baca, C. G. A.; Alcalde, B. S.; Martínez, G.A.; James, L. R. y Barrera, I. D. 1991. *Efecto de la solución nutritiva, riego, el sustrato y la densidad de siembra en tres cultivos hortícolas en la hidroponía al aire libre*. II Melón y Jitomate. *Agrociencia* 2(4):33-55.
- Biran, I., and Eliassaf, A. 1980. *The effect of container and aeration conditions on growth of roots and canopy of woody plants*. *Scientia Horticulture* 12:385-394.
- Cadahía, L. C. 2005. *Fertirrigación, cultivos hortícolas, frutales y ornamentales*. 3ª. Ed. Madrid, España. Mundi-Prensa. 681 pp.
- Gislerød, H. R. 1997. *Effect of aeration on rooting of growth of roses*. *Acta Horticulturae* 450:113-122.
- Luque, A. 1981. *Physical and physicalchemical properties of the volcanics materials used in hydroponics*. *Acta Horticulturae* 126: 51-57.
- Morgan, L. 2012. *La importancia del oxígeno en hidroponía*. <http://www.lamolina.edu.pe/hidroponia/boletin11.htm>. Consultado 18/08/2013
- Ojodeagua, A. J. L.; Castellanos, R. J. Z.; Muñoz, R. J. J.; Alcantar, G. G.; Tijerina, Ch. L.; Vargas T. P. y Enríquez, R. S. 2008. *Eficiencia de suelo y tezontle en sistemas de producción de tomate en invernadero*. *Fitotécnica Mexicana* Vol. 31(34): 367-374.
- Pastor, S. J. N. (1999). *Utilización de sustratos en vivero*. *Terra Latinoamericana* 17(3): 231-235.
- Peñuelas, R. J. L. y Ocaño, B. L. 2000. *Cultivo de plantas forestales en contenedor*. 2ª edición. Mundi Prensa. Madrid, España. 190 pp.
- San Martín, H. C.; Ordaz, Ch. V. M.; Sánchez, G. P.; Beryl C. L. M. T. y Borges, G. L. 2012. *Calidad de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) producido en hidroponía con diferentes granulometrías de tezontle*. *Revista Agrociencia* 46: 243-254. 2012.
- SAS. 1990. SAS Institute, Inc (Cary, NC).
- Steiner, A.A. 1968. *Soilless culture*. Proceedings of the 6<sup>th</sup> Colloquium of the Internacional Potash Institute. p. 324-341.
- Urrestarazu, M. 2004. *Tratado de cultivo sin suelo*. 3ª ed. Madrid. Ed. Mundi-Prensa. 914 pp.
- Vargas, T. P.; Zaragoza, C. R. J.; Muñoz R. J.; Sánchez, G. P.; Tijerina, Ch. L.; López, R.R.M.; Martínez, S. C. y Ojodeagua, A.J. L. 2008. *Efecto del tamaño de partícula sobre algunas propiedades físicas del Tezontle de Guanajuato, México*. *Agricultura Técnica en México*. Vol. 34(3):323-331.
- Velasco H. E.; Miranda V. I.; Nieto A. R. y Villegas R. H. 2004. *Evaluación de sustratos y variedades en la producción protegida de jitomate*. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 10(2): 239-246.
- Verdonk, O. F.; De Vleeschauwer, D.; De Boodt, M. 1981. *The influence of the substrate to plant growth*. *Acta Horticulturae* 126: 251-258.
- Wilson, G. C. S. 1985. *New perlite system for tomatoes and cucumbers*. *Acta Horticulturae* 172: 151-156.

# Evaluación de dos técnicas de muestreo para el vector del HLB *Diaphorina citri* en huertos de limón Persa en Jalisco Citar

Jaime Eduardo Reyes-Hernández✉, Víctor Medina-Urrutia, José Manuel Becerra-Lizardi y Pedro Pozos Ponce

<sup>1</sup>Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara, Camino Ing. Ramón Padilla Sánchez No. 2100, La Venta del Astillero, 45221, Zapopan, Jalisco, México.

✉ jerh\_40@hotmail.com

## Introducción

El Huanglongbing (HLB) es probablemente la enfermedad más devastadora en cítricos, y es transmitida por el insecto vector *Diaphorina citri* (Homoptera: Psilidae) (Bové, 2006). Las estrategias de control de la enfermedad se han enfocado en tres principios: remover los árboles infectados, producción de plantas libres de la enfermedad, y el control del vector (Gottwald, 2007).

Para cualquier estrategia de manejo del vector se requiere de un programa de muestreo adecuado (Toledo e Infante, 2008). Para el muestreo de *D. citri* se han utilizado diferentes métodos, principalmente el conteo directo de insectos en brotes vegetativos, el cual requiere mucha mano de obra especializada, tiempo y recursos económicos (Hall, 2007). El otro método de muestreo ha sido a través de trampas adhesivas de color, las cuales resultan más prácticas (Hall y Hentz, 2010). En los trabajos realizados en México, los dos métodos son utilizados en investigación y por las campañas estatales de control, nuestro objetivo fue evaluar el uso de trampas pegajosas de dos colores, además proponemos el uso de una aspiradora motorizada para el monitoreo del vector.

## Materiales y métodos

Los experimentos se llevaron a cabo en las cuatro principales regiones productoras de limón persa (Autlán, La Huerta, Atotonilco y San Martín Hidalgo), pero en este escrito solo reportamos el Municipio de San Martín y Atotonilco, que se encuentran en subtropical semihúmedo. Cada semana (desde febrero de 2010 hasta enero de 2011) se colocaron cuatro trampas amarillas por árbol de 30 × 30 cm a una altura de 160 cm en dirección norte, sur, este y oeste, se replicó en 5 árboles; de la misma manera, se colocaron 20 trampas verdes. Además, cada semana se aspiraron por un minuto 5 árboles con una aspiradora motorizada Homelite 25 cc. adaptándole una red de tela tipo tul para coleccionar a los insectos presentes. Se contabilizaron los insectos y se identificaron en laboratorio, se obtuvieron las medias y desviaciones estándar, y se graficaron en Excel Microsoft 2007. El análisis estadístico para comparar la orientación de trampa y color de trampa se realizó por medio de un diseño experimental completamente al azar con una prueba de medias de Tuckey con el software SAS para Windows 9.0.

### Resultados

En el cuadro 1 se presentan las capturas de *D. citri* en las diferentes orientaciones de las trampas amarillas en los cinco árboles que se trabajo. Se puede observar que se presentan diferencias significativas cuando la trampa se encuentra en orientación sur, ya que es la que presenta mayores capturas. Además, se observa una ligera tendencia de la menor captura en las orientaciones Este y Oeste.

La evaluación estadística entre las trampas amarillas y verdes no fue posible realizarla, ya que frecuentemente no se presen-

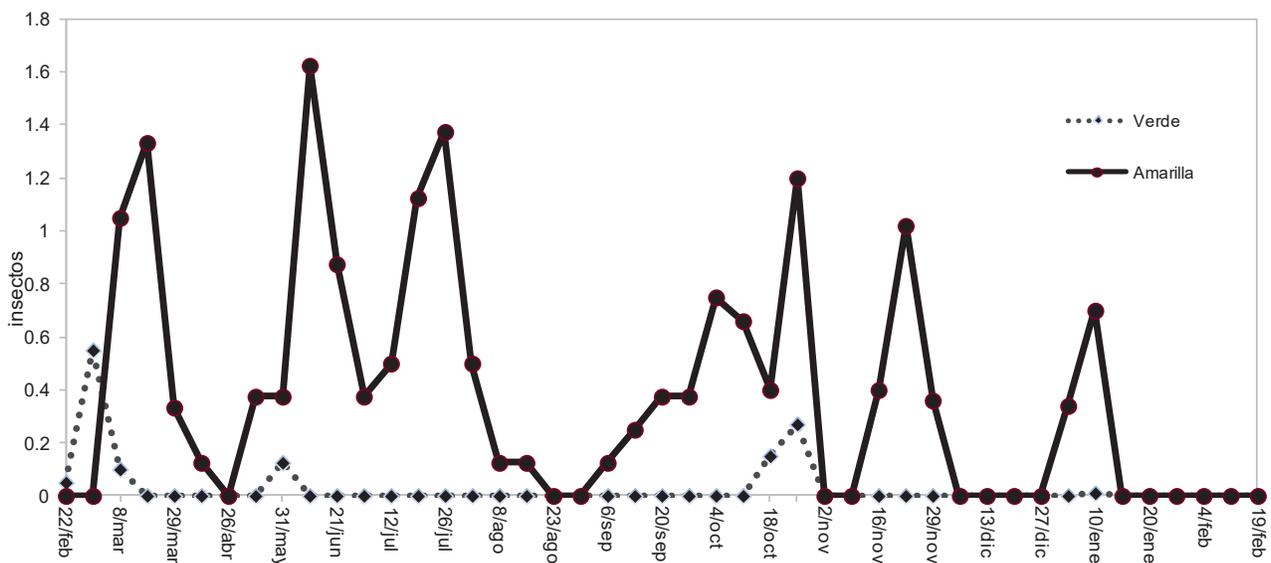
taba ningún insecto en las trampas verdes, y fue inviable realizar un análisis estadístico. Sin embargo, se presentan las graficas de insectos capturados en las dos diferentes trampas en la figura 1, en la cual podemos apreciar una marcada diferencia en la captura de *D. citri*.

Al comparar las técnicas de muestreo, es muy marcada la diferencia en insectos capturados, hasta 60 insectos más con la aspiradora que con la trampa amarilla (figura 2).

**Cuadro 1.** Media ± Desviación Estándar de insectos capturados en trampa amarilla.

Orientación	Arbol 1	Arbol 2	Arbol 3	Arbol 4	Arbol 5
Sur	0.5 ± 0.85 a	0.6 ± 1.07 a	0.6 ± 0.01 a	0.5 ± 0.97 a	0.4
Norte	0.3 ± 0.67 b	0.4 ± 0.97 b	0.4 ± 0.7 a	0.1 ± 1.07 b	0.4
Este	0.1 ± 0.32 c	0.2 ± 0.42 b	0 ± 0.00 b	0.1 ± 0.42 b	0.1
Oeste	0.1 ± 0.32 c	0 ± 0.00 c	0 ± 0.00 b	0 ± 0.00 b	0.0

\*Medias con la misma letra en cada columna, no son significativamente diferentes (Tuckey, α= 0.05).



**Figura 1.** Insectos capturados en trampas amarillas y verdes durante un año en San Martín, Jalisco.

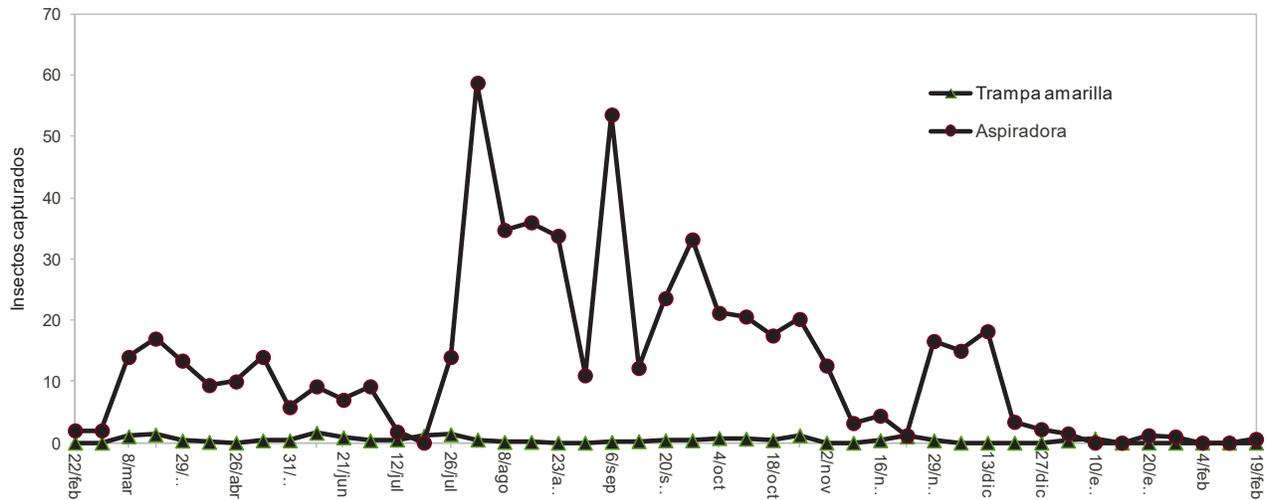


Figura 2. Insectos capturados en trampas amarillas y con aspiradora durante un año en San Martín, Jalisco.

## Discusión

La orientación de la trampa juega un papel importante en la atracción y captura de los insectos, Sánchez *et al.*, (2011) reportaron diferencias significativas en las capturas de trips en frijol en las trampas ubicadas hacia el norte, recordar que Venezuela se ubica al sur del Ecuador, y la prevalencia del sol es en esa orientación. La trampa parece ser más eficiente mientras mejor refleje la luz del sol (Hall *et al.*, 2013).

Hall y colaboradores (2013) no reportan diferencias entre trampas amarillas, amarillas verdosas, y verdes, pero si con otros colores, en bajas poblaciones del insecto; aunque en trabajos previos si encontraron diferencias significativas entre amarillo y verde (Hall *et al.*, 2007); pero no reportan si se compararon en una misma orientación o con orientación diferente, lo que pudo causar diferente información.

El uso de la aspiradora parece ser un método más sensible para detectar pequeñas y grandes poblaciones de *D. citri*, aunque se ha utilizado muy poco en Estados Unidos,

debido al costo de la mano de obra (Hall *et al.*, 2013). En otros trabajos con trampas amarillas, la captura de insectos es muy baja y poco representativa (Beloti *et al.*, 2013), por lo que puede resultar el muestreo con aspiradora más ventajoso que las trampas amarillas, como lo ha sido para el muestreo del psílido *Bactericera cockerelli* en papa (Martini *et al.*, 2012).

## Conclusión

La orientación de la trampa es muy importante para la captura de *D. citri*, siendo la orientación Sur la que más insectos captura. El color es importante en la atracción de las trampas, y aunque hay trabajos a favor y en contra, para nosotros la mejor trampa fue la amarilla. Pero, mejor que la trampa amarilla fue el uso de la aspiradora, que con poco tiempo y recursos, se obtienen datos más sensitivos y robustos que nos representan mejor el comportamiento de las poblaciones del insecto.

## Referencias bibliográficas

- Beloti, Vitor H.; Gabriel R. Rugno , Marcos R. Felipe , Alexandre Do Carmo-Uehara , Luiz F. Garbim , Wesley A. C. Godoy and Pedro T. Yamamoto. 2013. Population Dynamics of *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) in Orchards of 'Valencia' Orange, 'Ponkan' Mandarin and 'Murcott' Tangor Trees. *Florida Entomologist* **96**(1): 173-179.
- Bové, J.M. 2006. Huanglongbing: a destructive, newly-emerging, century-old disease of citrus. *Journal Plant Pathology* **88**: 7-37
- Gottwald, T. R., da Graça, J. V., and Bassanezi, R. B. 2007. Citrus Huanglongbing: The pathogen and its impact. Online. *Plant Health Progress* doi:10.1094/PHP-2007-0906-01-RV.
- Hall, D.G., and M.G Hentz. 2010. Sticky trap and stem-tap sampling protocols for the Asian citrus psyllid (Hemiptera: Psyllidae). *Journal of Economic Entomology* **103**: 541-549.
- Hall, David G.; Matthew G. Hentz, Matthew A. Ciomperlik. 2007. A comparison of traps and stem tap sampling for monitoring adult asian citrus psyllid (Hemiptera: Psyllidae) in citrus. *Florida Entomologist* **90**(2): 327-334.
- Hall, David G.; Matthew L. Richardson; El-Desouky Ammar & Susan E. Halbert. 2013. Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri*, vector of citrus huanglongbing disease. *Entomologia Experimentalis et Applicata* **146**: 207-223
- Jorge Toledo & Francisco Infante. 2008. *Manejo Integrado de Plagas*. Ed. Trillas, México.
- Martini, Xavier ; Shawn Seibert, Sean M. Prager, Christian Nansen. 2012. Sampling and interpretation of psyllid nymph counts in potatoes. *Entomologia Experimentalis et Applicata* **143** (2): 103-110.
- Sánchez, M. del C.; Rosana Figueroa, Arístides Campos y Roberto Romero. 2011. Evaluación del color y de la orientación de trampas adhesivas en la atracción de trips en siembras comerciales de vainita. *Agronomía Tropical* **61**(2): 141-148.

# Efecto de portainjertos en la calidad y rendimiento del fruto en sandías (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai) “minis” Citar

Felipe Alejandro García López<sup>1</sup>✉, Diego Raymundo González Eguiarte<sup>2</sup>, María Victoria Huitrón Ramírez<sup>4</sup>, Ramón Rodríguez Macías<sup>3</sup> y Patricia Zarazúa Villaseñor<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Doctorado BEMARENA. <sup>2</sup>Departamento de Desarrollo Rural Sustentable. <sup>3</sup>Departamento de Botánica. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara, Camino Ing. Ramón Padilla Sánchez No. 2100, La Venta del Astillero, 45221, Zapopan, Jalisco, México.

<sup>4</sup>Tecnológico de Colima-Departamento de Ambientales.

✉ [ing.agro.alex.garcia@gmail.com](mailto:ing.agro.alex.garcia@gmail.com)

## Introducción

La sandía es un cultivo de gran importancia en el mundo entero, ya que se estima una producción de más de 89 millones de toneladas cultivadas en más de 3 millones de hectáreas a nivel global. Actualmente, México ocupa el séptimo lugar en producción de sandía, aportando únicamente el 1% de la producción total, sin embargo es el principal exportador del mundo con 554,410 toneladas, generando más de \$287 millones de dólares de ganancias al año (FAOSTAT. 2009). Esto es posible, principalmente a que México es un punto estratégico para la producción de sandía, ya que cuenta con el clima ideal para producir casi todo el año, además de tener buen mercado, ya que tiene una extensa frontera con los Estados Unidos de América. USA es el principal importador de sandía del mundo, junto con Canadá, rebasando con frecuencia la demanda a la oferta, lo que le permite alcanzar un buen precio, haciendo este cultivo bastante atractivo para los productores; no obstante, estos países exigen estándares de calidad muy elevados, por lo que gran parte de los frutos producidos no pueden ser exportados y deben comercializarse en el mercado nacional con precios muy por debajo a los que se pagan en el extranjero.

Para incrementar la producción y alcanzar los estándares de calidad deseados, recientemente se han comenzado a utilizar plantas injertadas para la producción de hortalizas como melón, sandía y pimiento en México (Ricárdez-Salinas *et. al.* 2010, Osuna Ávila *et. al.* 2012, García-Rodríguez. 2010, Huitron-Ramirez *et. al.* 2009). La técnica del injerto consta de la unión de dos plantas, las cuales son cultivadas para que crezcan como una sola, tomando las mejores características de cada una de ellas; esta técnica tenía como propósito inicial, aminorar problemas ocasionados por el uso intensivo de parcelas, en donde la rotación de cultivos no es una opción, por lo que las enfermedades transmitidas por el suelo como *Fusarium spp.* hicieron prácticamente imposible producir hortalizas como sandía, melón, pepino, tomate y pimiento (Lee. 1994).

Los portainjertos con raíz potente suelen tener mejor absorción de agua y nutrientes y tienden a producir más fitohormonas. El incremento en la eficiencia de la absorción de nutrientes puede ser de gran interés para los productores, debido a la nueva tendencia de disminuir las aplicaciones de nitrógeno al suelo, para crear una horticultura más sustentable, reduciendo la contamina-

ción del medio ambiente (Rouphael *et. al.* 2010, Fernández-García *et. al.* 2002).

A pesar de todas las ventajas señaladas sobre el uso de plantas injertadas, también existen inconvenientes que pueden causar serios problemas a los productores y semilleros ocasionando resultados no esperados por los productores (Lee. 1994).

Por esta razón es conveniente encontrar el portainjertos que al ser injertado con una variedad de interés comercial sea más eficiente el uso de nutrientes, de mejores rendimientos y buena calidad del fruto.

## Materiales y métodos

El experimento se realizó en el rancho "Las Carmelitas", localizado en el estado de Colima, México (19.16° latitud norte y 103.38° latitud oeste) en una parcela a campo abierto. Durante la temporada otoño-invierno por dos años consecutivos.

El suelo es franco arenoso con 1.72% de materia orgánica, pH de 6.5, y conductividad eléctrica (CE) en el extracto de saturación de 0.9 dS·m<sup>-1</sup>. Las propiedades físicas y químicas del agua de riego son las siguientes: pH 7.4, CE 0.9 dS·m<sup>-1</sup>, 0.38 mmolL<sup>-1</sup> Ca<sup>2+</sup>, 0.15 mmolL<sup>-1</sup> Mg<sup>2+</sup>, 2.96 mmol L<sup>-1</sup> Na<sup>+</sup>, 2.0 mmol L<sup>-1</sup> Cl<sup>-1</sup>, y 2.2 mmol L<sup>-1</sup> HCO<sub>3</sub><sup>-1</sup>.

Los nutrientes se aplicaron mediante el sistema de riego con la siguiente concentración de solución 12 mmol L<sup>-1</sup> NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, 2 mmol L<sup>-1</sup> H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup>, 1.5 mmol L<sup>-1</sup> SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, 0.5 mmol HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, 8 mmol L<sup>-1</sup> K<sup>+</sup>, 6 mmol L<sup>-1</sup> Ca<sup>2+</sup>, y 2 mmol L<sup>-1</sup> Mg<sup>2+</sup>.

El cultivar de sandía triploide evaluada fue "Mielheart" del tipo mini, como polinizador se utilizó el cultivar diploide "Mini-

pool". Se utilizaron los híbridos interespecíficos (*Cucurbita maxima* × *Cucurbita moschata*) "RS841" y "Ercole", además la calabaza tipo bule (*Lagenaria sicariaria*) "NIZ 54-07" como portainjertos, dando un total de tres tratamientos.

Se utilizó el portainjertos RS841 como control, debido a que esta variedad es la que se utiliza en la región para producir sandías de la variedad Mielheart.

Las plántulas se formaron en un invernadero que cuenta con el equipamiento necesario para producir plántulas injertadas, en donde se desarrolló el siguiente procedimiento: primero las sandías se sembraron de 2 a 7 días antes que los portainjertos, en charolas de 200 alveolos, con un volumen de 25 cm<sup>3</sup>/alveolo. El injerto se realizó cuando tanto el portainjerto, como la variedad presentaron al menos la primera hoja verdadera completamente desarrollada. El método de injerto que se utilizó fue el de aproximación (Lee. 1994).



**Figura 1.** Plántula de sandía injertada con el método de aproximación, utilizando un portainjertos de un híbrido interespecífico de *Cucurbita maxima* × *Cucurbita moschata*.

El trasplante se realizó entre 14 y 17 días después de que se injertaron las plantas. Con una distribución de 2:1 entre las sandías triploides/diploides en la misma fila (Huitron-Ramirez *et. al.* 2009).

De cada uno de los tratamientos se plantaron 9 surcos, los cuales constaron de 13 plantas cada uno, dando un total de 117 plantas por tratamiento; con un ancho de 18 metros y una longitud de filas de 7.33 metros, por lo que las parcelas tenían un área de 131.94 m<sup>2</sup> cada una.

Para hacer los análisis foliares se tomaron 12 muestras de plantas de cada tratamiento, 4 en la etapa vegetativa, 4 durante la floración y 4 durante la producción para hacer determinaciones de N (Método de Kjeldahl), P, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, Zn, Cu y B (Espectrofotometría de absorción atómica). A través de estos análisis se evaluó la forma en la que los elementos se concentraron en la planta, según su etapa vegetativa. En el muestreo que se realizó durante la cosecha se midió el largo de guía y el peso seco y fresco de la planta completa.

Se contaron todos los frutos de cada parcela y se seleccionaron cinco frutos de la variedad "Mielheart" en cada parcela experimental, para pesarlos en una báscula (Mettler, Toledo Wildcat 3009; México, D.F., México) y estimar el rendimiento y la producción total.

Con el fin de medir los atributos de calidad, se determinaron en tres piezas de fruta, el contenido total de sólidos solubles, expresado en °Brix, la firmeza: kg·cm<sup>-2</sup>, diámetro ecuatorial y longitudinal, y grosor de corteza.



**Figura 2.** Toma de datos de calidad en frutos de sandía.

Los sólidos solubles se midieron a partir del juego de la fruta con un refractómetro (Atago Pal-1; Tokyo, Japón).

Se usó un penetrómetro (Bertuzzi FT-011; Milán, Italia) para determinar la firmeza de la pulpa del fruto; para esto se partió el fruto por la mitad, y se hicieron tres penetraciones en distintas áreas del fruto, obteniendo tres lecturas, de las cuales se derivó un promedio.

Por último, se realizó un análisis estadístico usando el programa informático Stat-Graphic Plus 5.1 para Windows, con el cual se hicieron los análisis de varianza y pruebas de rangos múltiples.

## Resultados

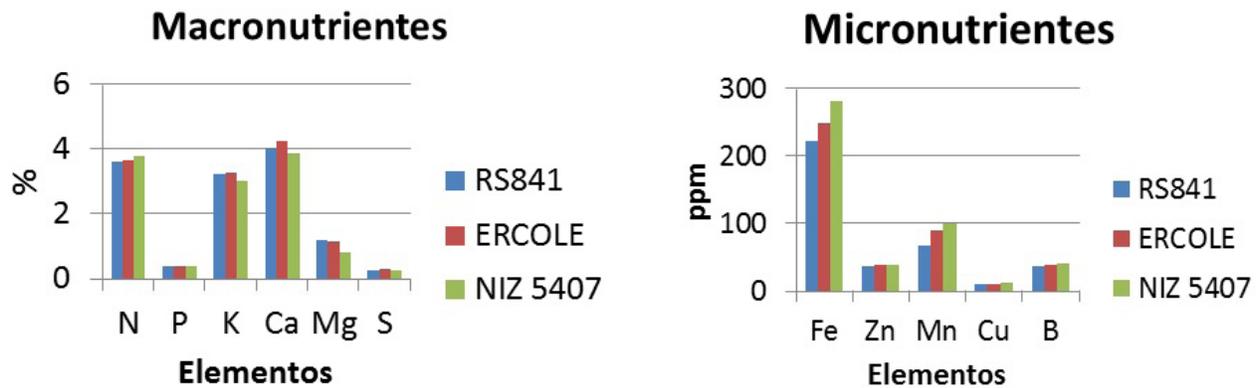
En los parámetros de rendimiento, no se encontró diferencia estadística entre los tratamientos, como se aprecia en el cuadro 1; no obstante, el tratamiento más productivo fue el del híbrido interespecíficos RS 841 con rendimientos que superaron los 5 kg·m<sup>2</sup> de la misma forma este portainjertos presentó los frutos con mayor peso, así como una

**Cuadro 1.** Rendimiento en sandías Mielheart con distintos portainjertos: Frutos por m<sup>2</sup>, PMF (Peso medio del fruto) y producción en kg·m<sup>2</sup>.

Tratamiento	Frutos·m <sup>2</sup>	PMF	kg·m <sup>2</sup>
RS841	1.65	3.15	5.5
ERCOLE	1.45	3.01	4.5
NIZ 5407	1.38	2.76	4.3
P-valor	0.87	0.765	0.19

**Cuadro 2.** Calidad del fruto en sandías Mielheart con distintos portainjertos: Sólidos solubles (°Brix), Firmeza (kg/cm<sup>2</sup>), Grosor de corteza (mm), (DE) Diámetro ecuatorial y (DL) Diámetro longitudinal (mm). Letra diferente representa diferencia estadística a un nivel de confianza del 95%.

Tratamientos	°Brix	Grosor	Firmeza	DE	DL
Ercole	10.56 a	9.37 a	6.25 b	17.01 a	17.33 a
RS841	10.62 a	8.87 a	5.56 ab	17.57 a	19.06 a
NIZ	10.19 a	11.75 b	4.375 a	17.17 a	17.82 a
P-valor	0.85	0.034	0.045	0.7	0.2



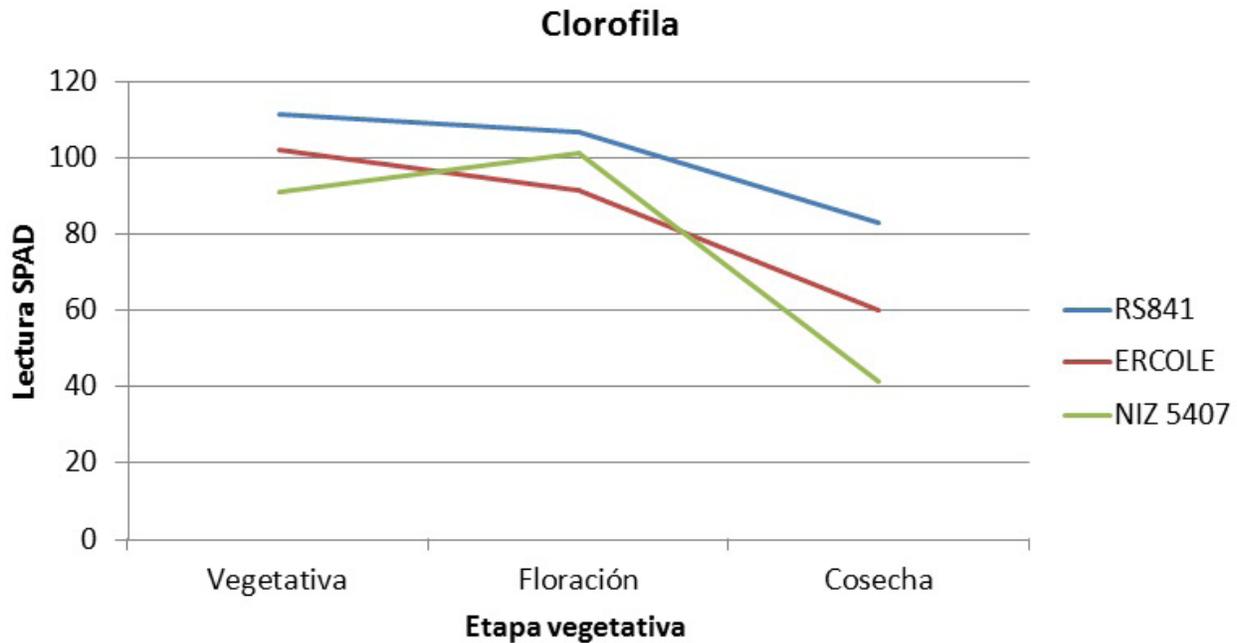
**Figura 3.** Gráfica general de la concentración de minerales en hojas de sandía Mielheart injertadas sobre distintos portainjertos.

mayor cantidad de frutos·m<sup>2</sup>. En todos los casos el híbrido de *L. siceraria* NIZ 54-07, obtuvo los valores más bajos.

En calidad del fruto si se registraron algunas diferencias estadísticas, como se muestra en el cuadro 2; en el caso del grosor de corteza, en donde el NIZ 54-07 mostró una corteza más gruesa que el resto de los tratamientos; los frutos con mayor firmeza fueron los del Ercole. En el calibre del fruto, que se expresa como diámetro ecuatorial (DE) y diámetro longitudinal (DL), así como en el contenido de sólidos solubles, expresado en °Brix no hubo diferencia estadística, no obstante en estos tres valores el tratamiento RS 841 fue el que presentó los valores más elevados.

En el caso de la absorción de los nutrientes se observaron diferencias estadísticas en el contenido de macronutrientes (figura 3), en donde se observa una menor concentración de Mg en el tratamiento NIZ 54-07, en comparación con los híbridos interespecíficos RS 841 y Ercole; así como una menor concentración de K y Ca; no obstante, fue el portainjertos con mayor contenido de N. En el caso de los micronutrientes fue posible apreciar algunas diferencias estadísticas en el contenido de Fe y Mn, siendo el NIZ 54-07 el portainjertos con mayor concentración de estos elementos. En el caso del Zn, Cu y B no hubo diferencias significativas entre los portainjertos.

El contenido de clorofila (figura 4) mostró un comportamiento similar en el caso



**Figura 4.** Gráfica del contenido de clorofila en hojas de la planta de la sandía Mielheart injertada sobre diferentes portainjertos en distintas etapas vegetativas.

de los dos híbridos interespecíficos, en donde fue de mayor a menor en los tratamientos RS 841 y Ercole, no obstante el contenido de clorofila en el RS 841 fue mayor con diferencia estadística en comparación con los otros dos tratamientos. En el caso del NIZ 54-07 los niveles de clorofila incrementaron en la etapa de la floración y tuvo un descenso drástico para la cosecha.

## Discusión

En base a los resultados obtenidos se pudo apreciar la influencia que tienen los portainjertos en el comportamiento de las plantas, tanto en la concentración de minerales, como en su rendimiento. En el Cuadro 1 se aprecia un menor rendimiento en el tratamiento en el que se utilizó el híbrido de *L. siceraria*; esto se debe, principalmente, al tipo de portainjertos que se utilizó. Yetisir *et al.* (2007) indica que al utilizar portainjertos de *L. siceraria* se incrementa la canti-

dad de frutos, así como el peso de los mismos, lo que propicia un mayor rendimiento con respecto a las plantas no injertadas; no obstante, esto no sucede si se compara con portainjertos de híbridos interespecíficos de *C. maxima x C. moschata*, ya que en este ensayo se observó una mayor producción en el tratamiento de RS 841 y Ercole, aunque debe advertirse que esta diferencia no fue estadísticamente significativa. Estos resultados coinciden con lo reportado por Yamasaki *et al.* (1994) quienes consignan diferencia estadística al comparar el peso y el tamaño de un portainjerto de *L. siceraria* con respecto al de un híbrido interespecífico de *C. maxima x C. moschata*.

El contenido total de sólidos solubles es afectado directamente al utilizar portainjertos. Turhan *et al.* (2012) refieren un decremento en el contenido total de sólidos solubles en frutos producidos de plantas injertadas sobre RS 841, no obstante este portainjerto fue el que mostró una ma-

por concentración total de sólidos solubles. Además, el punto de comparación, en el presentetrabajo, se enfoca únicamente hacia el portainjertos de *L. siceraria*, del que se reportan índices muy altos de azúcar al ser injertadas con Tri-X 313, teniendo intervalos que van de los 10.3 a los 11 °Brix según la densidad en la que se maneje (López-Elias *et al.*, 2010). En este caso, el contenido total de sólidos solubles fue superior en los híbridos interespecíficos, no obstante esta diferencia fue solo relativa. Además, el grosor de la cáscara fue significativamente menor en el RS 841 y en el Ercole en comparación con el NIZ 54-07. Turnhan *et al.* (2012) igualmente reportó un mayor grosor en la corteza de las plantas injertadas sobre RS 841 y otros híbridos interespecíficos; no obstante, en este caso el RS 841 fue el que tuvo un menor grosor de corteza, seguido por el Ercole, los cuales manifestaron diferencia significativa con respecto al NIZ 54-07. Yamasaki *et al.* (1994) reportó mayor firmeza de la pulpa en *L. siceraria*, con diferencia estadística al compararlo con los frutos injertados sobre los híbridos interespecíficos. Estos resultados indican que los aspectos de calidad pueden variar dependiendo de la combinación de portainjertos y variedad que se utilice.

Al igual que en el trabajo de Yamasaki *et al.* (1994), el contenido de elementos como N, P, K y Ca no varían mucho en la etapa de la floración y la cosecha, no obstante el contenido de Mg sí muestra una gran diferencia entre los tratamientos de *L. siceraria* y los híbridos interespecíficos. Por último, las concentraciones de clorofila presentes en los híbridos interespecíficos se mantuvo constante, a diferencia del portainjertos de *L. siceraria*; este decremento en el contenido de clorofila, posiblemente por algún tipo de estrés puede provocar una reducción en el rendimiento de la planta, como lo men-

ciona Roupheal *et al.* (2012). De aquí que sea normal que las plantas injertadas con NIZ 54-07 tengan un menor rendimiento en comparación con los híbridos interespecíficos, al ver afectada la concentración de clorofila en la última etapa.

## Conclusiones

Los portainjertos de *C. maxima* x *C. moschata* en general reúnen mejores características de calidad que los portainjertos de *L. siceraria*. La constante concentración de clorofila en las plantas injertadas pueden incrementar el rendimiento en sandía. La concentración de minerales dentro de la planta no varía considerablemente, a excepción de algunos micronutrientes, como el Mg y el Mn en las plantas en donde se utilizó el portainjertos de *L. siceraria*.

## Referencias bibliográficas

- FAOSTAT. (2009). Publicación en línea en: <http://faostat.fao.org/default.aspx> (Consultado 25 Septiembre 2013).
- Fernández-García, N., V. Martínez, A. Cerdá, & M. Carvajal. (2002). Water and nutrient uptake of grafted tomato plants grown under saline conditions. *Journal of Plant Physiology*, 159, 899-905.
- García-Rodríguez, M. (2010). Producción de chile ancho injertado sobre criollo de Morelos 334 para el control de *Phytophthora capsici*. *Agrociencia*, 44, 701-709.
- Huitron-Ramírez, M.V., M. Ricardez-Salinas, & F. Camacho-Ferre. (2009). Influence of Grafted Watermelon Plant Density on Yield and Quality in Soil Infested with Melon Necrotic Spot Virus. *HortScience*, 44, 1838-1841.
- Lee, J.M. (1994). Cultivation of grafted vegetables. I. Current status, grafting methods, and benefits. *HortScience: a publication of the American Society for Horticultural Science (USA)*.
- Lopez Elias, J., M. Huez, J. Jimenez, J. Rodriguez, S. Garza, & L. Escoboza. (2010). Effect of plant density on seedless watermelon grafted onto la-

- genaria siceraria rootstock. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* , 14, 349-355.
- Osuna Ávila, P., J. Aguilar Solís, S. Fernández Pavia, H. Godoy Hernández, B. Corral Díaz, J.P. Flores Margez, A. Borrego Ponce, & E. Olivas. (2012). Injertos en chiles tipo Cayene, jalapeño y chilaca en el noroeste de Chihuahua, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* , 3, 739-750.
- Ricárdez-Salinas, M., M.V. Huitrón-Ramírez, J.C. Tello-Marquina, & F. Camacho-Ferre. (2010). Planting density for grafted melon as an alternative to methyl bromide use in Mexico. *Scientia Horticulturae* , 126, 236-241.
- Rouphael, Y., M. Cardarelli, E. Rea, & G. Colla. (2012). Improving melon and cucumber photosynthetic activity, mineral composition, and growth performance under salinity stress by grafting onto Cucurbita hybrid rootstocks. *Photosynthetica* , 50, 180-188.
- Rouphael, Y., D. Schwarz, A. Krumbein, & G. Colla. (2010). Impact of grafting on product quality of fruit vegetables. *Scientia Horticulturae* , 127, 172-179.
- Turhan, A., N. Ozmen, H. Kuscu, M.S. Serbeci, & V. Seniz. (2012). Influence of rootstocks on yield and fruit characteristics and quality of watermelon. *Horticulture, Environment, and Biotechnology* , 53, 336-341.
- Yamasaki, A., M. Yamashita, & S. Furuya. (1994). Mineral concentrations and cytokinin activity in the xylem exudate of grafted watermelons as affected by rootstocks and crop load. *Journal-japanese society for horticultural science* , 62, 817-817.
- Yetisir, H., S. Kurt, N. Sari, & F. Tok. (2007). Rootstock potential of Turkish Lagenaria siceraria germplasm for watermelon: plant growth, graft compatibility, and resistance to Fusarium. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* , 31, 381.

# Rendimiento de cinco variedades de frijol sembradas en tres fechas de siembra Citar

Liliana Lara Bejines<sup>1✉</sup>, Patricia Zarazúa Villaseñor<sup>1</sup>, Rogelio Lépiz Ildefonso<sup>1</sup>, José Ruíz Corral<sup>2</sup>, Diego Raymundo González Eguiarte<sup>1</sup> y José Pablo Torres Morán<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara, Camino Ing. Ramón Padilla Sánchez No. 2100, La Venta del Astillero, 45221, Zapopan, Jalisco, México. <sup>2</sup>Dirección Regional Pacífico Centro, INIFAP, interior del parque Los Colomos sin número, Col. Providencia, Guadalajara, Jalisco.

✉ [lilibejines@gmail.com](mailto:lilibejines@gmail.com)

## Introducción

Dentro del grupo de las leguminosas, el frijol es una de las más importantes, debido a su amplia distribución en los cinco continentes (Debouck e Hidalgo, 1991), y actualmente la FAO considera que la producción de frijol en el mundo, se concentra en 129 países (Reyes, *et al.* 2008). Entre los países productores de leguminosas se destacan India (18.49%), Brasil (16.55%), China (11.47%), Estados Unidos (6.84%) y México (6.80%), sin embargo la variación que se presenta en los niveles de producción entre año y año, es por la presencia de lluvias, ya que una producción significativa se obtiene bajo condiciones de temporal (ITESM, 2004). En México, el frijol ha sido un alimento básico en la dieta del mexicano y actualmente se cultiva un gran número de variedades y ocupa el segundo lugar por superficie cultivada y el sexto por valor de la producción (Aguilar-Benítez *et al.*, 2012).

La producción del cultivo de frijol es afectada por la sequía, alrededor del 85% de la superficie utilizada en México se ubica en regiones de temporal; periodos frecuentes de sequía terminal o intermitente (Acosta-Díaz *et al.*, 2003); suelos someros, con bajo contenido de materia orgánica y poca capacidad para retención de humedad

(Rosales-Serna *et al.*, 2000); áreas de cultivo ubicadas en climas cálidos subhúmedos y húmedos, en suelos ácidos de baja fertilidad (López *et al.*, 2007). En términos de productividad, el pH del suelo comienza a afectar el rendimiento a medida que se reduce por debajo de 6.0 (dependiendo del cultivo), sin embargo, los problemas comienzan a ocurrir cuando el pH desciende por debajo de 5.5, ya que a partir de este valor ocurre fitotoxicidad por aluminio o se forman compuestos insolubles con los iones de fosfato por exceso de fierro. (Mendoza *et al.*, 2007).

Los investigadores del área agropecuaria frecuentemente conducen experimentos que involucran datos con distintas variables experimentales, bajo diferentes tratamientos y cuyo efecto se puede medir a través del tiempo (Gutiérrez y Manrique, 1996). En muchos ensayos de campo es común el uso del diseño de bloques completos al azar, con el propósito de incrementar la precisión en la comparación de los tratamientos evaluados, al poder lograr condiciones ambientales aproximadamente homogéneas dentro de cada bloque (Garcés *et al.*, 2000), sin embargo, la ubicación de los bloques no suelen ser exitosos todo el tiempo, es posible que dicha precisión se vea afectada por la variación del suelo entre otros.

El análisis de covarianza es una técnica que combina dos aspectos del análisis de varianza y de regresión (Snedecor y Cochran, 1981), para eliminar la variabilidad que existe entre la variable independiente (o covariable), ajusta medias de tratamiento y así estima mucho mejor el efecto de la variable independiente (tratamiento) sobre la variable dependiente.

Los usos más importantes del análisis de covarianza son: 1) controlar el error y aumentar la precisión, 2) Ajustar medias de tratamientos de la variable dependiente a las diferencias en conjuntos de valores de variables independientes correspondientes, 3) Interpretación de datos, 4) Particionar una covarianza total o suma de productos cruzados en componentes, y 5) Estimar datos faltantes (Steel y Torrie, 1988).

Considerando lo anterior, este trabajo se desarrolla dentro del Proyecto del INIFAP, “Cambio climático y su impacto sobre el potencial productivo agrícola, forrajero y forestal en México”, ya que es necesario desarrollar investigaciones que permitan establecer la adaptabilidad de cultivos básicos como lo es el frijol. El objetivo de esta investigación fue evaluar las fechas de siembra sobre las variables agronómicas (Rendimiento y Materia seca) mediante un análisis de covarianza con el pH del suelo.

## Materiales y métodos

El experimento se realizó en el Campo Experimental “Las Agujas” del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad de Guadalajara con coordenadas 20° 44' de latitud norte, 103° 30' de longitud oeste y altitud de 1670 m snm, durante el ciclo de primavera-verano del 2013, bajo condiciones de riego y tem-

poral. Se evaluaron tres fechas de siembra y cinco variedades. Se utilizó el diseño de bloques al azar para el factor variedades con cuatro repeticiones. Las variedades fueron: Burrito y Azufrado Tapatío de hábito indeterminado postrado tipo III; Mulato de hábito erecto tipo II; Azufrado Peruano 16 y Peruano Bola 1, ambos de hábito tipo I.

Las variedades se sembraron en parcelas de cuatro surcos de cuatro metros de longitud y 75 centímetros entre surcos, la siembra fue manual y se depositaron 100 semillas por surco cada 4.5 centímetros. Se fertilizó a la siembra y se dieron los cuidados necesarios durante el cultivo. Antes de la siembra y mediante muestreo compuesto, en cada parcela se tomaron muestras de suelo en las que se obtuvo el pH en relación 1:2.5 (suelo:agua) y materia orgánica (Walkley y Black, 1936). Durante el desarrollo de la planta se registraron datos de materia seca en la etapa R8 (llenado de vainas), y rendimiento en la etapa de madurez fisiológica (R9). En cada muestreo para materia seca, se extrajeron 5 plantas al azar por parcela, se deshidrataron en el invernadero y se llevaron a materia seca en estufa eléctrica a 40°C. Para el rendimiento la semilla se dejó secar al aire y se pesó. Para evaluar el efecto de la variabilidad del suelo sobre el rendimiento de las variedades de frijol, se realizó un análisis de covarianza.

## Resultados

Los valores obtenidos de pH del suelo en este experimento fueron para la primera fecha (06 de marzo) de 4.5 a 5.1, para la segunda fecha (24 de abril) de 4.3 a 5.0 y para la tercera fecha (14 de junio) de 4.2 a 4.8, valores que clasifican al suelo como muy ácido. El contenido de materia orgánica del área de donde se estableció el expe-

**Cuadro 1.** Resultados promedio de las variables por variedad de frijol en las tres fechas de siembra.

Variedad	Rangos pH	Rendimiento en kg ha <sup>-1</sup>		Materia seca kg ha <sup>-1</sup>	
		Media	Coefficiente de Variación	Media	Coefficiente de Variación
AP-16	4.2 - 5.1	1446	49	282	45
Azuf. Tap.	4.3 - 5.0	1564	42	272	40
Burrito	4.4 - 5.0	1336	38	297	41
Mulato	4.3 - 5.1	1555	40	274	50
PB-1	4.3 - 5.0	1316	55	250	26

**Cuadro 2.** Resultados del análisis de covarianza entre pH y rendimiento.

Fuente	GL	SC	SC Aj.	CM Aj.	F prueba	Valor p
pH	1	972590	6392	6392	0.09	0.771
Variedad	4	127713	126382	31595	0.42	0.791
Fechas	2	2384214	2378575	1189288	15.92	0.000
Var * Fechas	8	993738	993738	124217	1.66	0.136
Error	42	3136893	3136893	74688		
<b>Total</b>	<b>57</b>	<b>7615148</b>				

rimento fue de 1.78 a 1.98%, clasificando al suelo con un nivel de materia orgánica de bajo a moderadamente bajo. En el cuadro 1, se muestran los rangos de pH del suelo de cada parcela por variedad de frijol para las tres fechas de siembra estudiadas. Se observa que cada una de las variedades fue cultivada en condiciones de suelo muy ácidas. La variedad con mayor rendimiento fue Azufrado Tapatío, mientras que la de menor rendimiento fue PB-1. Respecto al peso de materia seca, PB-1 presentó el menor valor, y el valor más alto lo obtuvo Azufrado Tapatío. Ambas variables muestran variaciones altas como se puede observar en los coeficientes de variación.

En el análisis de varianza del rendimiento de frijol (cuadro 2), se aprecia que hubo diferencias significativas entre las fechas de siembra, donde las variedades de frijol sembradas el 24 de abril alcanzaron un alto rendimiento de grano y materia seca, en tanto

que las mismas variedades en las dos fechas restantes (06 de marzo y 14 de junio) registraron la menor acumulación de rendimiento de grano y materia seca. (figuras 1, 2 y 3). Mientras que para las variedades de frijol no se aprecian diferencias significativas.

El análisis de covarianza, comparó el rendimiento ajustado a los valores de pH del suelo como covariable, para las cinco variedades y las tres fechas de siembra. Los resultados en este mismo cuadro 2 indican que no hubo diferencias significativas en el rendimiento ajustado con esta covariable.

## Discusión

Se puede observar que la variabilidad del suelo entre parcelas debida al pH a pesar de ser en algunos casos de una unidad de diferencia no se reflejó en los rendimientos ni en la producción de materia seca del fri-

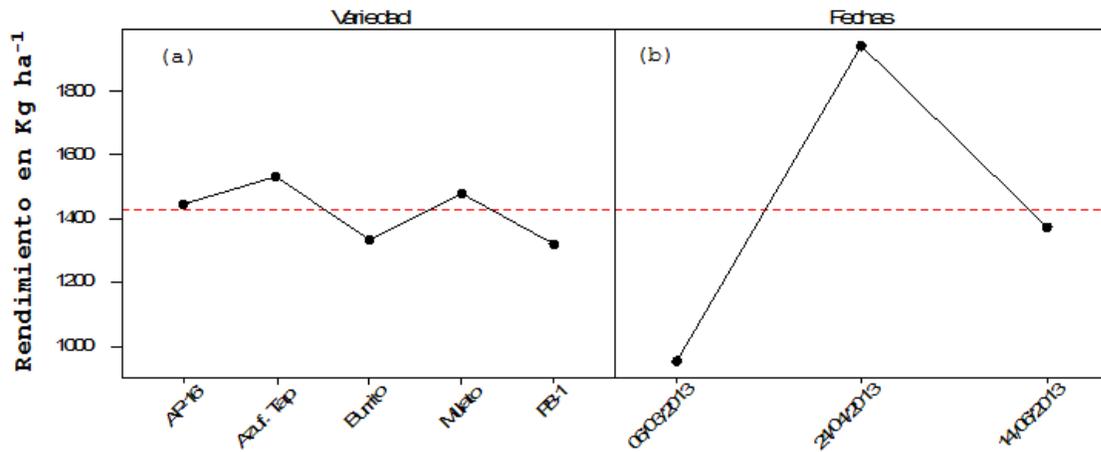


Figura 1. Respuesta en rendimiento de grano de frijol: (a) respecto a las variedades; (b) respecto a las fechas de siembra.

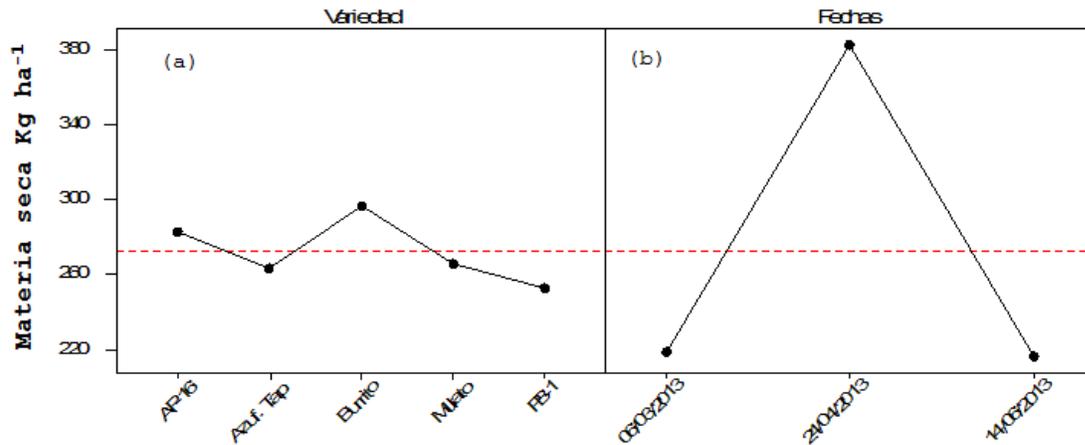


Figura 2. Respuesta de la materia seca de frijol (a) con respecto a las variedades; (b) con respecto a las fechas de siembra.

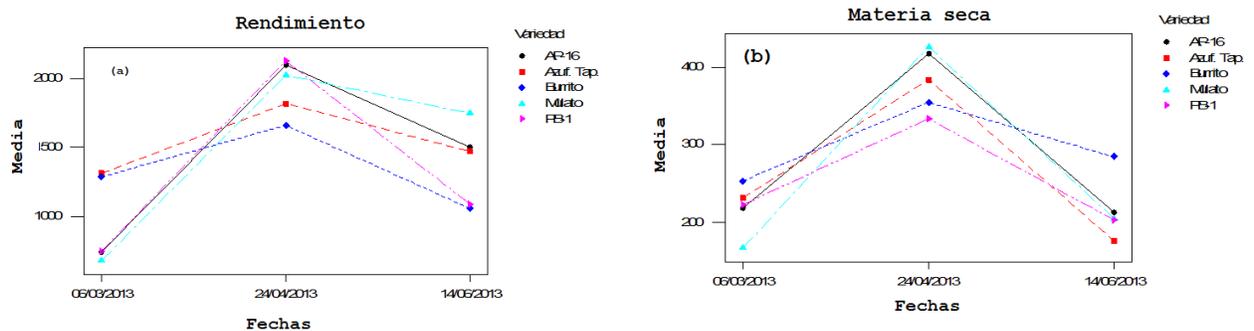


Figura 3. Efecto de la interacción de fechas de siembra y las variedades de frijol sobre (a) rendimiento; (b) materia seca.

jol, lo que se puede explicar como un respuesta similar de las cinco variedades sobre condiciones de una fuerte acidez, muy probablemente debido a que cuando el pH es menor de 5.0, una proporción del aluminio es mayor en el suelo y puede ser absorbida por las raíces y ser tóxica para la planta ya que reduce la división celular de la raíz y su crecimiento como lo menciona Mendoza *et al.* (2007). Esta alta variabilidad en el suelo también se presentó en una investigación realizada por López *et al.* (2007) en Veracruz encontrando también un efecto directo sobre el rendimiento de otras variedades de frijol.

En el experimento la producción de materia seca no mostró diferencias significativas entre variedades a diferencia de los resultados obtenidos por Chavarín *et al.* (2008), para tres variedades de frijol.

En cuanto al rendimiento obtenido en este experimento se observan valores similares para la variedad Azufrado Tapatío a los reportados por González *et al.* (2008) en variedades de la misma raza, mientras que estos mismos autores reportan rendimientos más altos para una variedad de la misma raza de Burrito estudiado en este trabajo.

La variable rendimiento en este estudio muestra diferencias significativas en el factor fechas de siembra, lo que nos indica que el cultivo del frijol es susceptible a cambios en las condiciones climáticas, aunque los genotipos evaluados respondieron igual. Gónzales *et al.* (2008) reporta diferencias significativas en el rendimiento debidas a diferentes fechas de siembra pero a diferencia de nuestro estudio si encontraron diferencias significativas en los genotipos.

## Conclusión

En la variabilidad del suelo entre parcelas por pH, no reflejó diferencias en los rendimientos ni en la producción de materia seca del frijol por una respuesta similar de las cinco variedades de frijol a la acidez que tuvimos del suelo, mostrándonos una adaptación a suelos ácidos.

Azufrado Tapatío mostró alto rendimiento, mientras que PB-1 el de menor rendimiento. En materia seca, PB-1 presentó el menor valor, y el valor más alto lo obtuvo Azufrado Tapatío.

De las tres diferentes fechas de siembra, en el análisis de covarianza nos mostró que no hubo diferencias significativas en el rendimiento.

## Literatura citada

- Acosta-Díaz, E., M.D. Amador-Ramírez y J.A. Acosta-Gallegos. 2003. Abscisión de estructuras reproductoras de frijol común bajo condiciones de secano. *Agric. Téc. Méx.* **29**(2): 155-168.
- Aguilar-Benítez, G., Peña-Valdivia, C.B., García-Nava, J.R., Ramírez-Vallejo, P., Benedicto-Valdés, S.G. y J.D. Molina-Galán. 2012. Rendimiento de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en relación con la concentración de vermicompost y déficit de humedad en el sustrato. *Agrociencia.* **46**: 37-50.
- Chavarín, E.I.E., R. Lépiz I., y J.J. López A. 2008. Fenología y acumulación de materia seca en variedades de frijol arbustivo de diferente hábito de crecimiento. *Avances de la Investigación Científica en el CUCBA.* ISBN: 978-607-00-2083-4.
- Debouck, D.G., y R. Hidalgo. 1991. *Morfología de la planta del frijol común.* pp. 7. En: López, M., F. Fernández y A. van Schoonhoven. Frijol: Investigación y Producción. Centro Internacional de Agricultura Tropical. CIAT. Cali, Colombia. 419 pp.
- Garcés M.A. y G. Ramírez. 2000. Consideraciones prácticas sobre el análisis estadístico espacial de experimentos forestales en campo. *Rev. Forest. Venez.* **44**(2): 21-28.

- Gutiérrez de G.A. y C. Manrique P. 1996. Análisis Estadístico de Medidas Repetidas. I. Se cumple el supuesto de un patrón de varianza y covarianza homogéneas. *Corpoica*. (1)1: 48-51.
- ITESM. 2004. *Diagnóstico nacional y estatal sobre problemática y perspectivas de la producción de frijol en los estados de Sinaloa y Zacatecas*. FAO-SAGARPA. 81 p.
- López, S.E., O.H. Tosquy V., B. Villar S., J. Cumpián G., F.J. Ugalde A. y E.N. Becerra L. 2007. Negro Papaloapan, Nuevo cultivar de frijol para las áreas tropicales de México. *Agricultura Técnica en México*. 33(3): 259-269.
- Mendoza, P.S., E. Aguilar J., J. Galdámez G., A. Gutiérrez M. y F.B. Martínez A. 2007. *Los suelos ácidos en la producción agrícola de la Región Frailesca, Chiapas, México*. Pp. 1-8. En: I Seminario de Cooperación y Desarrollo en Espacios Rurales Iberoamericanos. Sostenibilidad e Indicadores. Almería.
- Reyes R.E., L.E. Padilla B., O. Pérez V. y P. López J. 2008. Historia, naturaleza y cualidades alimentarias del frijol. *Investigaciones Científicas*. 4(3): 1-12.
- Rosales-Serna, R., P. Ramírez-Vallejo, J.A. Acosta-Gallegos, F. Castillo-González y J.D. Kelly. 2000. Rendimiento de grano y tolerancia a la sequía del frijol común en condiciones de campo. *Agrociencia*. 43: 153-165.
- Snedecor, W.E. y W.G. Cochran. 1981. *Métodos Estadísticos*. Continental, S.A. México, D.F. 703 pp.
- Steel, G.D.R., y J.H. Torrie. 1988. *Bioestadística, Principios y procedimientos*. McGraw-Hill, México. 700 pp.
- Walkley, A & I Black. 1934. An examination of the Degtjareff method and a proposed modification of the chromic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Sci*. 34: 29-38.

# Evaluación de la calidad física y fisiológica de semilla de chia (*Salvia hispánica* L.) que utiliza el productor para su siembra Citar

Raymundo Velasco Nuño<sup>1</sup>✉, Hugo Ernesto Flores López<sup>2</sup> y Aldo Antonio Castañeda Villanueva<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro Universitario de los Altos- U. de G., Km 7 carretera Tepatitlán –Yahualica, Jalisco.

<sup>2</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias INIFAP- Km 8 carretera Tepatitlán Lagos de Morelos, Jalisco-México. (378)7828033.

✉ rvelasco@cualtos.udg.mx

## Introducción

El aprovechamiento de las plantas ha sido y sigue siendo una actividad fundamental, producto de la interacción y adaptación al medio a través del tiempo de los diferentes grupos humanos. La chía alimento milenario enormemente aprovechado por los antiguos aztecas y por los indios del oeste norteamericano. Durante mucho tiempo, las semillas de chía constituyeron un elemento básico en la dieta de dichos pueblos (Eatchia. com., Hentry *et al.* 1990). Sin embargo, con el paso del tiempo su uso cayó en el olvido. Fue a finales del siglo pasado que el interés por la chía resurgió, ya que se encontró que posee un elevado contenido de ácidos grasos  $\Omega$ -3, además de ser una buena fuente de fibra dietaria. El mucílago de la semilla puede ser útil como aditivo alimenticio.

La investigación en chia es escasa, algunos trabajos indican que el aceite es adecuado para la industria de las pinturas, buena cantidad de proteína y elementos minerales para ser utilizados en la alimentación humana o animal; y el uso del mucílago útil en el tratamiento de enfermedades gastrointestinales.

Debido a la importancia económica local del cultivo de chia en Acatic, Jalisco, Mexico y a el incremento de superficie que

se destina al mismo en los últimos años es necesario que se tome en cuenta factores que limitan la producción, entre ellas se encuentra la maleza, puesto que el cultivo presenta un crecimiento inicial lento, con poco poder competitivo y además se dificulta las labores de cultivo, cosecha y baja la calidad en el grano por impurezas por lo que es necesario usar métodos y técnicas mejores para el control de maleza que reeditúen en mayor productividad. El objetivo del presente trabajo fue el de definir las características físicas y fisiológicas de la semilla de chia, utilizada por los productores del municipio de Acatic Jalisco para conocer la calidad de esta semilla y su porcentaje de germinación y pureza.

## Materiales y métodos

El presente trabajo se realizó en el laboratorio de semillas del INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias). Campo experimental de los Altos ubicado en el kilómetro 7 de la carretera libre a Lagos de Moreno y en el laboratorio de agroindustrias del CUALTOS (Centro Universitario de Los Altos) ubicado en el kilómetro 7.5 de la carretera Tepatitlán Yahualica. Los cuales están ubicados en el municipio de Tepatitlán de Morelos Jalisco. Méx.

Los materiales utilizados fueron 4 muestras de semillas de chia que fueron proporcionadas por 4 productores del municipio de Acatic, Jalisco. Los materiales fueron sometidos a las pruebas de: Pureza física, Prueba de germinación estándar, y Prueba de emergencia en arena, acuerdo a las reglas para análisis de semillas de la ISTA.

La prueba de pureza física, el principio básico de esta prueba es la separación mecánica de materia extraña y ajena a la semilla principal, colocar sobre un papel una muestra de 400 g de semilla de chia en balanza digital. Con la ayuda de la lámpara con lupa realizar una separación mecánica, con el pincel retirar maleza, otros cultivos y material inerte, pesar la cantidad de materia extraña obtenida y descontarlo al resultado inicial, de esta manera se obtiene el porcentaje de pureza. Para la prueba de germinación, la semilla que se utilizó en la prueba de germinación proviene del análisis de pureza de la muestra considerada como semilla pura. Se cuentan 400 semillas para establecer 4 repeticiones de 100 semillas cada una. Las cajas son colocadas en charolas por lotes y colocadas dentro de la germinadora a una temperatura de 25 °C. Para el caso de la semilla de chia se consideraron 2 conteos: uno a los cuatro días y el último a los siete; una vez transcurridos el tiempo se cuentan plántulas normales y las anorma-

les, semillas duras y semillas muertas. Prueba de emergencia en arena, Esta prueba es muy útil en el caso de semillas infectadas por microorganismos localizados principalmente en el tegumento que perjudican la evaluación correcta en la prueba de germinación, en cada muestra se utilizaron cuatro repeticiones de 50 semillas y cada repetición debe sembrarse en cajas plásticas o semejantes, para que la emergencia sea rápida y uniforme, las cajas deben tenerse en un local a temperatura de 25 °C durante todo el período, el tiempo necesario para la evaluación, normalmente varía entre 5 a 10 días después de la siembra, dependiendo de la temperatura ambiente, el resultado es expresado por la media de los porcentajes de las plántulas normales emergidas en cada repetición.

Los datos fueron analizados y sometidos al análisis de varianza por medio del programa estadístico de SAS.

## Resultados

Los resultados de la prueba de Pureza nos muestra que no existe diferencia marcada en esta, y los lotes cumplen con el requisito ya que el porcentaje de pureza obtenido va de 92 al 95 % (cuadro 1).

**Cuadro 1.** Promedios en porcentajes de Pureza, Germinación y Emergencia en arena en cuatro lotes de semilla de chia 2012 .

Lote	% Pureza	% Germinación	% Emergencia
1	92	82	81
2	95	74	71
3	94	77	74
4	95	74	72
<b>Total</b>	<b>94</b>	<b>77</b>	<b>75</b>

\*Promedio de % de germinación y % de emergencia.

**Cuadro 2.** Análisis de Varianza para las variables % de germinación y emergencia en arena en 4 lotes de semillas de chia, 2012.

Fuente de variación	G-L	S C	C M	F.c	F.t
Bloque	3	8.250	2.750	1.26	0.3128
Pruebas	1	40.500	40.500	18.59 **	0.0003
Lotes	3	406.500	136.500	62.66 **	0.0001
Pruebas*Lotes	3	5.500	1.833	0.84	0.4864
E. Exp.	21	45.750			
<b>Total</b>	<b>31</b>	<b>509.500</b>			

**Cuadro 3.** Prueba de medias de Tukey para la prueba de germinación y la prueba de emergencia.

Pruebas	Media %	
1. Germinación	87	A
2. Emergencia	84	B

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Los resultados en promedio obtenidos de la Prueba de Germinación y en la prueba de emergencia en arena en cuatro lotes de semillas de chai se muestran en el cuadro 1.

Cuando los datos fueron analizados mediante el análisis de varianza para las variables prueba de germinación y % de emergencia en arena en los cuatro lotes de semilla de chia y sus interacciones los resultados obtenidos nos muestran diferencia altamente significativa para las variables lotes de semillas de chia y pruebas de germinación y emergencia en arena (cuadro 2).

Al realizar la prueba de media mediante la prueba de Tukey para la variable pruebas de germinación y prueba de emergencia en arena, en cuatro lotes de semilla de chia se observó que la prueba de germinación resulto mas eficiente ya que muestra mayores porcentajes de germinación con 76.75 %,

**Cuadro 4.** Pruebas de comparación de medias de Tukey para la variable lotes de semilla de chia 2012.

Lotes	Media %	
1	81.50	A
3	75.50	B
4	73.00	C
2	72.50	C

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

que la prueba de emergencia en arena con 74.50 (cuadro 3).

Al realizar la prueba de medias de Tukey para la variable lotes de semilla de chia, se observo que el lote 1 muestra los mejores porcentajes de germinación y emergencia con 81.5%, seguido del lote 3 con 75 % y despues los lotes 4 y 2 con 73 % y 72 % respectivamente.

## Discusión

Los resultados obtenidos nos permiten observar que tanto la pureza como el porcentaje de germinación y emergencia en arena en los cuatro lotes de semilla de chia analizados cumplen medianamente con las expectativas de los productores de chia en Acatlic. Jalisco.

## Conclusiones

La prueba de Pureza nos muestra que no existe diferencia marcada entre los lotes de semillas de chia, es decir los productores si cuidan el aspecto de pureza.

El poder germinativo se considera que no cumple con la norma recomendada del 85%, y por lo total es de calidad moderada, considerando que en el mercado no se comercializa semilla certificada de semilla de chia, aun sabiendo de la importancia que esta teniendo este cultivo en los últimos años en la Región de los Altos de Jalisco y en México.

Con los resultados obtenidos en las diferentes pruebas podemos decir que el productor deberá tener cuidados desde la cosecha, secado y almacenamiento para obtener una semilla de mejor calidad física y fisiológica y le permita obtener una mejor y mayor emergencia de plántulas en campo

## Referencias bibliográficas

- Ayerza, R. and Coates, W. (2002c). Semillas de chia: nueva fuente natural de ácidos grasos omega-3, antioxidantes y fibra dietética. Southwest Center for Natural Products Research & Commercialization Office of Arid Lands Studies, The University of Arizona.\*
- Ayerza, R. (2002d). Omega-3 fatty acid enriched eggs: advantage of chia over other raw material. Bioresources Research Facility, The University of Arizona, Tucson, USA. \*
- Bushway, A., Belya (1981). Chia seed as a Source of Oil, Polysaccharide, and Protein. *Journal of Food Science*, 46:1349- 1356.\*
- Coates, W. and Ayerza (1998). Commercial production of chia in Northwestern Argentina. *Journal of The American Chemists' Society*, 75(10):1417-1420.\*
- Hentry, H.S. Mittleman, M y McCrohan, P.R. (1990). Introducción de la chía y la goma de tragacanto en los Estados Unidos. p. 252-256. En: J. Janick y J.E. Simon (eds.), *Avances en Cosechas Nuevas*. Prensa de la Madera, Portland, O. \*
- Pascual-Villalobos, M, Correal E, Molina E, Martínez, J (1997). Evaluación y selección de especies vegetales productoras de compuestos naturales con actividad insecticida. Centro de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (CIDA) Murcia, España. Proyecto N°SC94-039\*.

# Avances en el estudio de variabilidad genética en *Amaranthus* spp.

Citar

Julio Yesua Anaya Covarrubias, Daniela Guadalupe Montes Guerrero, Carla Vanessa Sánchez Hernández y Martha Isabel Torres Morán

Laboratorio de Marcadores Moleculares. Instituto de Manejo y Aprovechamiento de Recursos Fitogenéticos. Departamento de Producción Agrícola. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Camino Ing. Ramón Padilla Sánchez No. 2100, La Venta del Astillero, 45221, Zapopan, Jalisco, México.

## Introducción

El género *Amaranthus*, nativo de América, comprende plantas que representan un cultivo ancestral que se producía para consumo entre los pobladores aztecas. Este cultivo casi desapareció después de la llegada de los españoles y fue impulsado su estudio nuevamente por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos en la década de los 70's. Comprende aproximadamente 60 especies, algunas de las cuales se cultivan como fuente de grano, de verdura o de forraje. En México se cultivan principalmente variedades criollas de *Amaranthus hypochondriacus*, *A. cruentus* y *A. caudatus* que se encuentran en el centro y sur del país (DAFF, 2010).

Existe una gran diversidad de amarantos, atendiendo a su morfología muchos de los cuales muestran ambigüedad taxonómica o son difíciles de diferenciar entre sí por el color, forma del follaje o hábito de crecimiento.

Así mismo, la información acerca de la diversidad genética y las relaciones entre las especies cultivadas y sus progenitores silvestres es esencial para la utilización eficiente de estos recursos genéticos que en la actualidad también se encuentran almacenados en bancos de germoplasma. Se han empleado varias estrategias para determinar diversidad genética y las relaciones en-

tre especies cultivadas y silvestres en amaranto. En lo que se refiere a estudios hechos a partir de marcadores moleculares, se tienen reportes de trabajos con RAPD (Random Amplified Polymorphic DNA) principalmente (Mandal y Das, 2002; Popa y col., 2010). En el presente trabajo se presentan los avances obtenidos en el estudio de variabilidad genética entre razas y genotipos de tres especies del género *Amaranthus* spp., a partir de secuencias de ADN detectadas con el marcador molecular ISSR (Inter-simple sequence repeat).

## Materiales y métodos

El material vegetal utilizado en el presente estudio, incluyó individuos de tres especies de amaranto, cinco razas y catorce genotipos o variedades, procedentes del centro del país. Se utilizaron cinco plantas de cada genotipo. El total de individuos analizados fue de 65 y las características individuales de los materiales se señalan en el cuadro 1.

Se obtuvieron semillas de cada una de las razas y se germinaron en incubador hasta alcanzar cinco hojas verdaderas, las cuales se obtuvieron para aislar ADN que fue utilizado para aplicar la técnica PCR (Reacción en Cadena de la Polimerasa) para el marcador molecular ISSR.

**Cuadro 1.** Especies, genotipos y razas de amaranto utilizados en el presente trabajo.

Especie	Genotipo/Varietad	Raza	Muestra
<i>Amaranthus hybridus</i>	Morelos	Prima	M1-M5
	Silv-46	Prima	M6-M10
	Tex-13	Prima	M11-M15
<i>A. cruentus</i>	Tarasca	Mexicana	M16-M20
	Dorada	Mexicana	M21-M25
	Amaranteca	Mexicana	M26-M30
	Candil	Mexicana	M31-M35
	Dahomey	Mexicana	M36-M40
	Silv-32	Guatemalteca	M41-M45
	805-627	Guatemalteca	M46-M48
<i>A. hypochondriacus</i>	Nutrisol	Azteca	M49-M53
	Tochimilco	Azteca	M54-M58
	Rojita	Nepal	M59-M63
	10-2	Azteca	M64-M65

A partir de los geles obtenido, se elaboró una matriz binaria de presencia/ausencia y se realizó un análisis de similitud, calculando distancias genéticas entre las especies estudiadas, posteriormente se realizó un análisis de agrupamiento por el método UPGMA (*Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean*). Ambos análisis se efectuaron usando el programa NTSYS ver. 2.2. Los resultados se presentan en un dendrograma.

Los fragmentos obtenidos fueron separados en geles de agarosa de alta resolución al 1.25% en electroforesis horizontal. Fueron teñidos con bromuro de etidio para su observación.

## Resultados

El resultado del análisis de similitud entre las especies estudiadas, permitió encontrar asociaciones correspondientes a una relación genética cercana entre *A. hybridus* y *A. cruentus*. Esto puede observarse en la figura 1, donde el primer grupo señalado corresponde a las especies mencionadas. La distancia genética entre las mismas puede ubicarse en un nivel de 1.2 (Distancia euclídeana). El grupo más homogéneo genéticamente fue el correspondiente a la especie *A. cruentus* raza Mexicana.

La diferencia genética mayor, fue encontrada en los individuos de *A. hypochondriacus* var. Azteca genotipo 10-2 que se alejó del resto del grupo de amarantos a un nivel de distancia genética de 3.23.

Pudo establecerse como un avance en el estudio de la variabilidad genética de amaranto, que la mayor fuente de diversidad puede ser encontrada dentro de las especies *A. hybridus* y *A. hypochondriacus*, en donde fue encontrada variabilidad intraespecífica a nivel muy importante que fluctúa entre 1.2 y 3.23 de similitud.

## Discusión

Las relaciones encontradas entre las especies de amaranto incluidas en el presente estudio, corresponden a lo reportado previamente en trabajos de diversidad genética de este género. Popa y col. (2010), reporta-

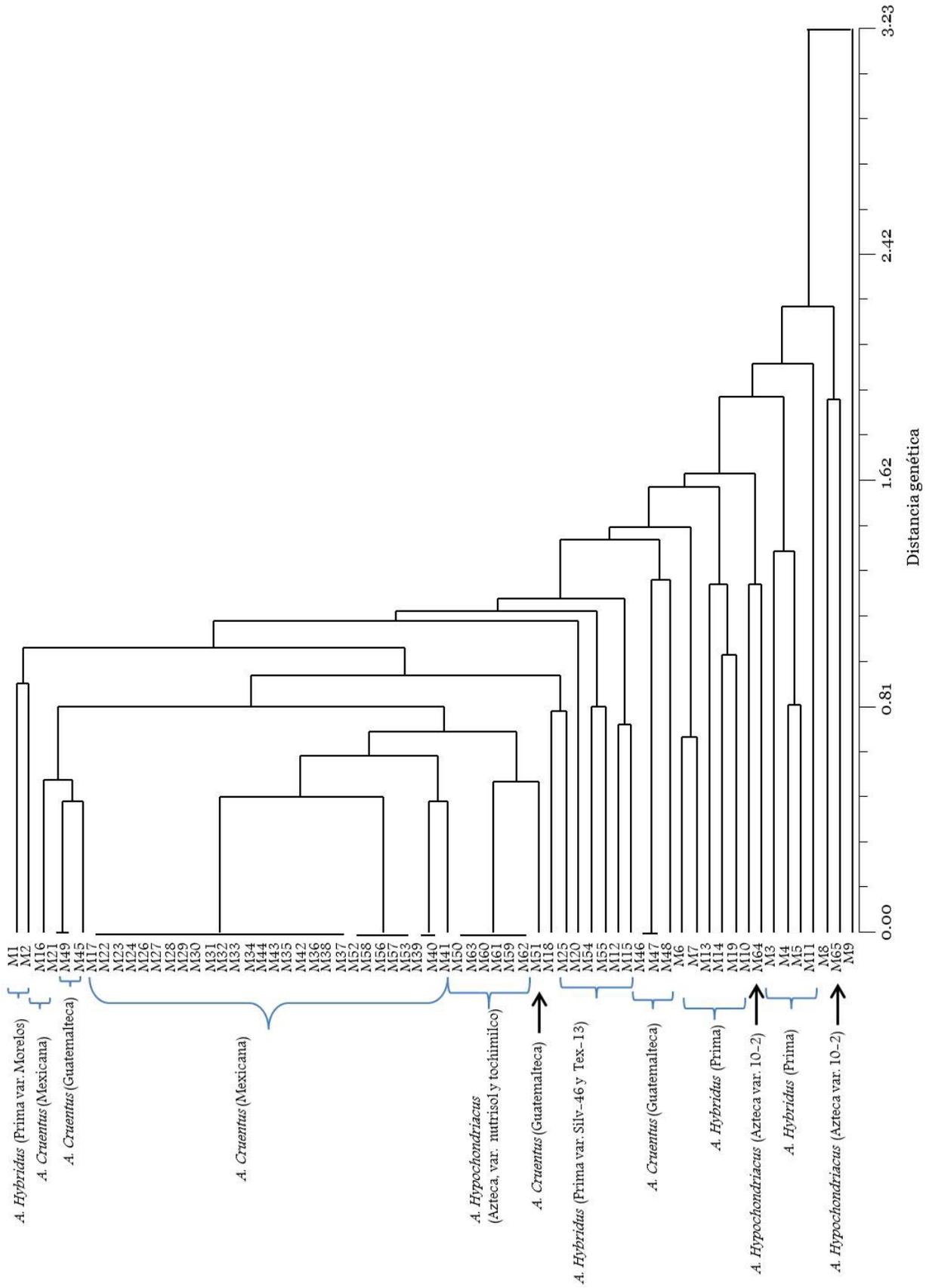


Figura 1.

ron la relación entre *A. hybridus* y *A. cruentus* en un nivel de similitud menor a 0.1, sin embargo, no utilizaron la variedad de individuos que se reportan en el presente. En el presente trabajo se encontró la mayor diversidad entre razas, variedades y genotipos de *A. hybridus* y *A. hypochondriacus*, contrastando con lo reportado por Mandal y Das (2002) quienes reportaron más variabilidad entre los materiales que usaron de *A. cruentus*.

En el caso de las especies utilizadas en este trabajo, se requiere la aplicación de un mayor número de iniciadores para el marcador utilizado y se realizará posteriormente un estudio con mayor número de individuos por especie, raza y variedad.

### Conclusión

El alto contenido de proteínas y de lisina como aminoácido esencial en el amaranto, constituye la principal razón por la cual comenzó a volcarse el interés de los investigadores de varios países del mundo hacia este género (Fatinah y col., 2012). Es importante documentar la variabilidad genética de amaranto que se puede encontrar en nuestro país, ya que esto facilitaría

la gestión de bancos de germoplasma que resguardan este recurso fitogenético. En países como la India, Indonesia, Sudáfrica y Rumania, se han reportado estudios de diversidad debido al interés de los mimos en la producción de cultivos con alto potencial nutritivo y resistencia a factores climáticos adversos (Mandal y Das, 2002; Popa y col., 2010; DAFF, 2010).

### Referencias bibliográficas

- DAFF. Department of Agriculture, Forestry and Fisheries. 2010. *Amaranthus*, production guideline. Directorate Agricultural Information Services. Pretoria, South Africa. 24 pp.
- Fatinah, A., E.L. Arumingtyas y R. Mastuti. 2012. Genetic Diversity Study Among Six Genera of Amaranth Family Found in Malang Based on RAPD Marker. *The Journal of Tropical Life Sciences*. 2(3): 81-86.
- Mandal N., y P. K. Das. 2002. Intra- and Interspecific Genetic Diversity in Grain *Amaranthus* Using Random Amplified Polymorphic DNA Markers. *Plant Tissue Culture* 12(1): 49-56.
- Popa, G., C. P. Cornea, M. Ciuca, N. Babeanu, O. Popa y D. Marin. 2010. Studies on genetic diversity in *Amaranthus* species using the RAPD markers. *Analele Universității din Oradea - Fascicula Biologie* 12:280-285.
- Pandey, R.M. y R. Singh. 2011. Genetic divergence in grain amaranth (*Amaranthus hypochondriacus* L.). *Genetika*. 43(1): 41-49.

# Silenciamiento del gen de la prosistemina en *Physalis philadelphica* (Solanaceae) Citar

María Fernanda Esparza Soltero<sup>1</sup>, José Luis Cabrera Ponce<sup>2</sup> y Carla Vanesa Sánchez Hernández<sup>1</sup> ✉

<sup>1</sup>Departamento de Producción Agrícola, Laboratorio de Marcadores Moleculares, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Camino Ing. Ramón Padilla Sánchez No. 2100, La Venta del Astillero, 45221, Zapopan, Jalisco, México.

<sup>2</sup>CINVESTAV-Unidad Irapuato, Laboratorio de Transformación Genética de Plantas, Km. 9.6 Libramiento Norte Carretera Irapuato-León 36821 Irapuato, Guanajuato, México

✉ [sanchez.cv@gmail.com](mailto:sanchez.cv@gmail.com)

## Introducción

La prosistemina es un componente en la ruta de señalización en respuesta a daño y herbivoría exclusivo de solanáceas (Pearce y Ryan 2003). La sistemina es un péptido de 18 aminoácidos, sintetizado a partir del extremo C-terminal de una proteína precursora de 200 aminoácidos, conocida como prosistemina (Pearce *et al.* 1991; McGurl *et al.* 1992). Los resultados de distintos trabajos resaltan la función esencial de la prosistemina en la regulación de las respuestas defensivas asociadas a daño por herbivoría en jitomate, papa y chile (Narváez-Vásquez & Ryan Jr. 2002; Constabel *et al.* 1998). Sin embargo, en *Solanum nigrum* y *Nicotiana tabacum*, se han encontrado homólogos estructurales de la prosistemina, cuya presencia no ha sido asociada con defensa (Pearce & Ryan 2003; Schmidt & Baldwin 2006).

La interferencia por ARN (ARNi) es una herramienta molecular para silenciar genes a nivel post-transcripcional. Se utiliza para la búsqueda de las funciones asociadas a genes mediante genómica reversa. En la ARNi, se puede reducir o perder la expresión de un gen en células *in vivo*. Se logra mediante la introducción de un ADN que contiene una secuencia que formará un ARN de doble cadena pequeño (de sus siglas en inglés,

small interference RNA, siRNA). El siRNA se reconoce a escala celular por la maquinaria de silenciamiento que promueve la degradación o supresión específica del ARNm con secuencia complementaria al siRNA introducido, lo que produce una degradación del ARNm citoplasmático y una disminución de la traducción del mensaje (Correa *et al.* 2007).

En estudios previos se identificó un gen homólogo a la prosistemina de jitomate en *Physalis philadelphica*. El análisis de su secuencia proteica mostró una similitud del 62 % con la prosistemina de chile (Rosales *et al.* 2008). Para continuar con la caracterización de dicho gen, en este trabajo se pretende silenciar el gen de la prosistemina para evaluar el papel que desempeña en la regulación de las respuestas defensivas contra insectos herbívoros.

## Materiales y métodos

### Material biológico

Se utilizaron semillas de *P. philadelphica* de las variedades Rendidora, Yoreme, Verde supremo y Morada, las cuales fueron germinadas y mantenidas en medio MS. Posteriormente se tomaron los cotiledones y se colocaron en un medio MS adicionado con

ácido naftalenacético (ANA) 1  $\mu\text{M}$  y bencil aminopurina (BAP) 12.5  $\mu\text{M}$ .

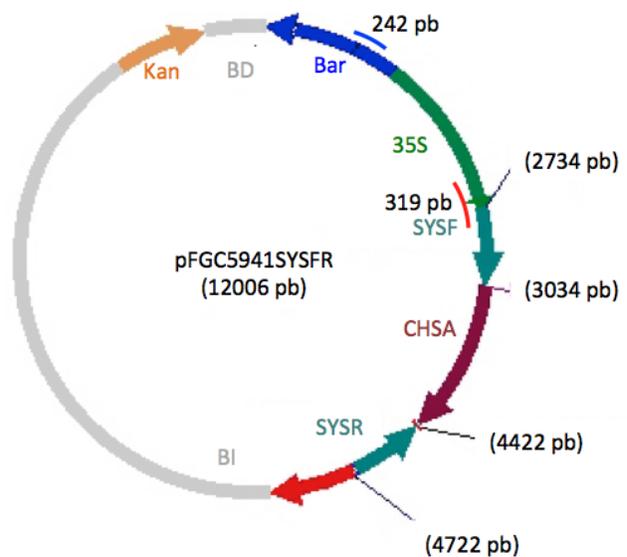
Para la transformación se utilizó la cepa LBA4404 de *Agrobacterium tumefaciens* transformada con el plásmido pFGC5941 o pFGC5941SYSFR (Figura 1) crecida en medio YM líquido (de sus siglas en inglés, yeast extract-mannitol) adicionado con 50 mg/L de kanamicina y 50 mg/L de rifampicina en agitación por 48 horas. Los plásmidos contienen los genes de selección *nptII* (kanamicina) para bacterias y *Bar* (bialafos) para plantas, PFGC5941SYSFR además contiene la secuencia de la prosistemina que formará el siRNA.

### Transformación de *P. philadelphia* (cocultivo)

Previo a los ensayos de transformación se evaluó en cada variedad la capacidad de formación de callos organogénicos. La transformación se realizó de acuerdo al protocolo de Assad-García y colaboradores (1992). Se tomaron 50 cotiledones y se mantuvieron 48 horas en agitación a 160 rpm en un medio MS líquido que contenía 1mL de la bacteria previamente crecida hasta 0.7 de  $\text{DO}_{600\text{nm}}$ . Los cotiledones fueron transferidos a un medio MS sólido adicionado con ANA 1  $\mu\text{M}$  y BAP 12.5  $\mu\text{M}$  por 14 días para fomentar la regeneración de brotes y formar callos organogénicos. Para acelerar la eliminación de la bacteria, posterior al cocultivo, los cotiledones se lavaron con Claforan 500 mg/L por 48 horas a 160 rpm.

### Selección de las transformantes

En ensayos preliminares se realizó una curva de tolerancia de los callos organogénicos al bialafos, con concentraciones de 0.1mg/L, 0.5mg/L, 1mg/L, 2mg/L, 4mg/L y 10mg/L. En los experimentos de transformación genética los callos organogénicos fueron seleccionados en medio MS adicio-



**Figura 1.** Plásmido pFGC5941SYSFR. La secuencia de silenciamiento del gen de la prosistemina de *P. philadelphia* en sentido (SYSF) y antisentido (SYSR). Gen de resistencia *Kan*: kanamicina y *Bar*: bialafos, *35S*: promotor 35S CaMV, *CHSA*: intrón chalcona sintasa. Fragmento de amplificación esperado utilizados para la confirmación de la transformación, en azul fragmento de 242 pb del gen *Bar* y en rojo fragmento de 319 pb correspondiente a una parte del promotor 35S y parte de la secuencia de la prosistemina en sentido (SYSF).

nado con ANA 1  $\mu\text{M}$  y BAP 12.5  $\mu\text{M}$ , 4mg/L de bialafos y 500mg/L de Claforan® I.V. durante 4 semanas.

### Confirmación molecular de la transformación

La confirmación molecular se realizó mediante la amplificación del gen *Bar* (242pb) y de un fragmento de la construcción que correspondiente a una sección del promotor 35S y de la secuencia SYSF (319pb) (Figura 1). Partiendo de 200mg de callo organogénico se extrajo ADN siguiendo el protocolo Dellaporta (1983). Los oligos que se utilizaron para la amplificación fueron: 5'-ACGCA-C AATCCCACTATCCT-3'/5'-TTTCTTGT-GCATCCTCCCCT-3' para SYSFR y 5'-GAA-GTCCAGCTGCCAGAAAC-3'/5'-AGTC-GACCGTGTACGTCTCC-3' para *Bar*. El

programa utilizado para amplificar fue: 94 °C-5 min; 94 °C-30 seg, 56 °C para SYS-FR o 60 °C para *Bar* -30 seg, 72 °C-30 seg; 72 °C-10 min. La reacción de PCR se realizó utilizando la enzima GoTaq Flexi DNA Polymerase (Promega), de acuerdo a las especificaciones de la casa comercial.

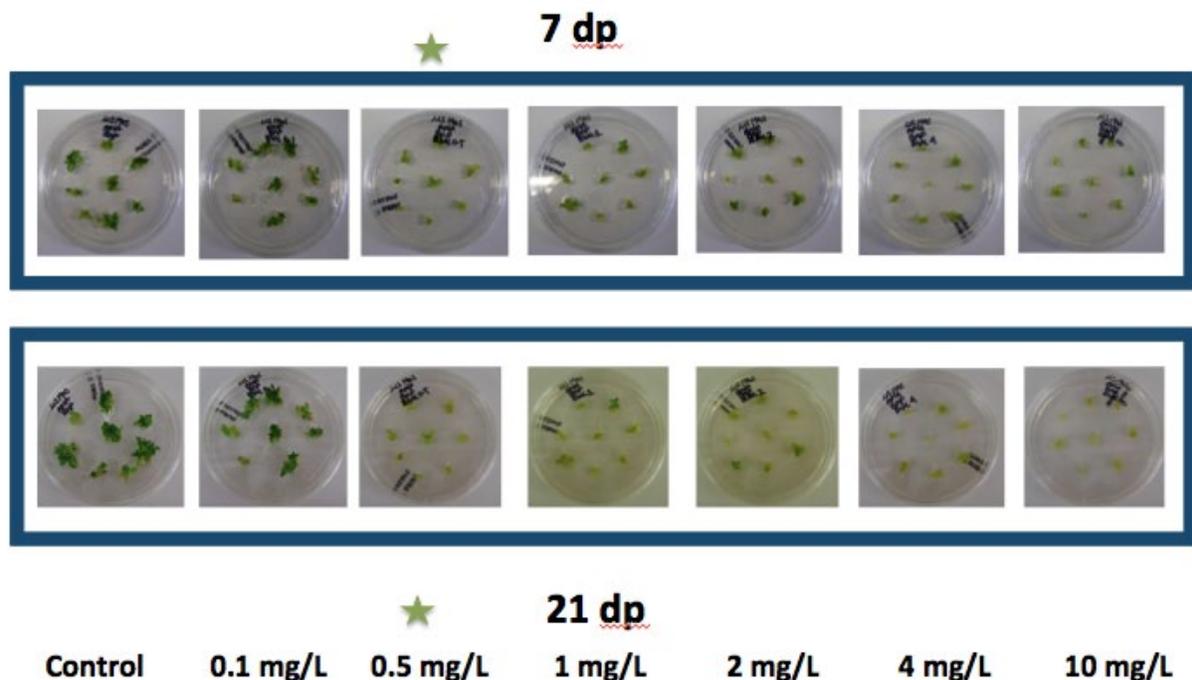
## Resultados

Los resultados obtenidos de la curva de tolerancia establecieron la concentración a utilizar durante la selección de plantas transformantes. Se observó que a partir de 7 días de contacto con bialafos a 0.5mg/L los callos detenían su crecimiento y presentaban clorosis (Figura 2). Es importante destacar que todas las variedades mostraron capacidad de formar callos organogénicos, siendo Rendidora y Verde supremo los genotipos que presentaron un mayor número mayor de brotes por cotiledón (Gráfica 1).

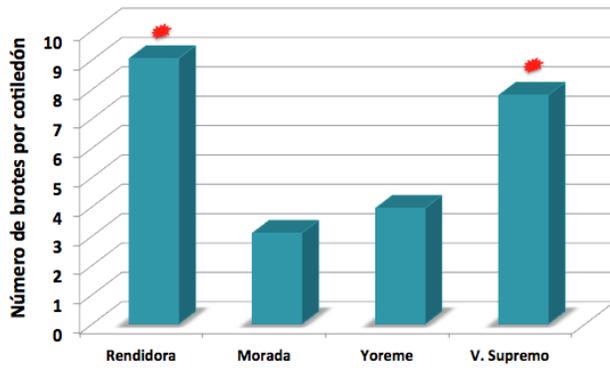
De los experimentos de transformación se obtuvieron 4 transformantes. La transformación con el plásmido vacío (pFGC5941) se confirmó en una transformante de la variedad Yoreme mediante la amplificación del gen *Bar* (Figura 3). La amplificación del gen *Bar* y de un fragmento de la construcción de silenciamiento confirmó la transformación de la variedad Rendidora y de dos transformantes de la variedad Yoreme (Figura 4).

## Discusión

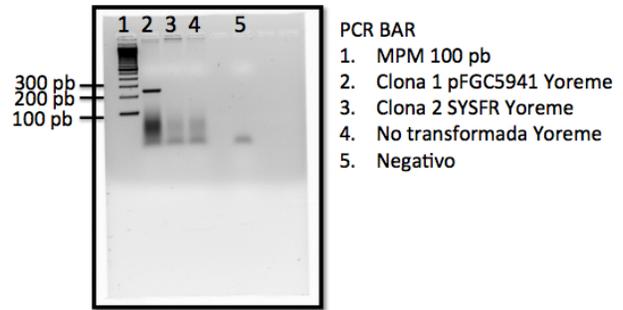
Assad-García y colaboradores (1992) lograron transformar *P. philadelphica* var. Rendidora con una baja eficiencia de transformación. Resultados similares fueron obtenidos en éste trabajo utilizando la variedad Yoreme. En desarrollo se encuentra la valoración de dos variedades del municipio



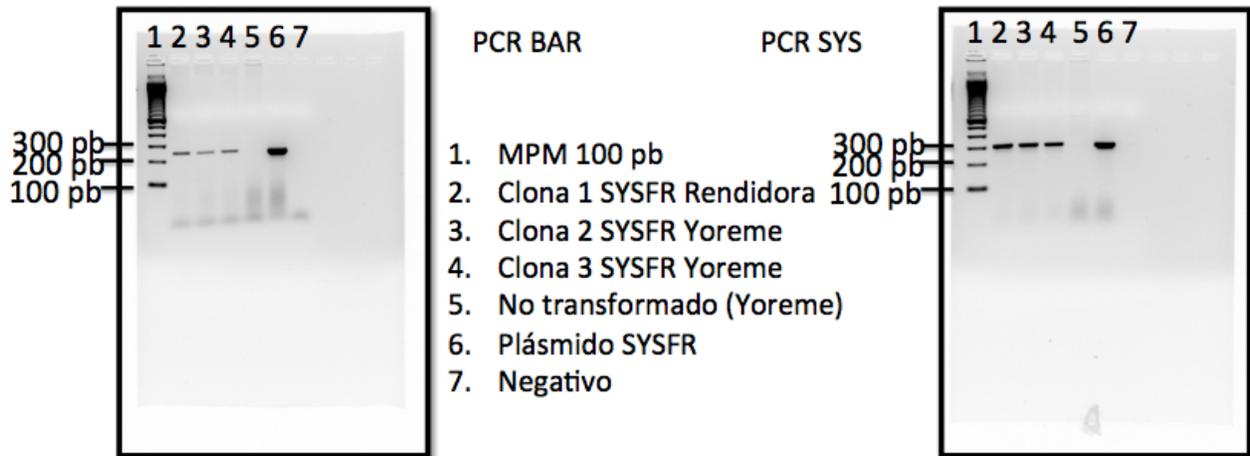
**Figura 2.** Curva de tolerancia de los callos organogénicos 7 y 21 días posteriores al contacto con bialafos. Concentraciones evaluadas: 0.1mg/L, 0.5mg/L, 1mg/L, 2mg/L, 4mg/L y 10mg/L y control (sin bialafos).



**Gráfica 1.** Número de brotes por cotiledón de *Physalis philadelphica* variedades Rendidora, Morada, Yoreme y Verde supremo.



**Figura 3.** Conformación de la transformación mediante amplificación del gen *Bar*. Carril 1: Marcador de Peso Molecular de 100 pb, 2: Clona 1 Yoreme pFGC5941, 3: Clona 1 Yoreme pFG5941SYSFR, 4: Yoreme no transformada (control negativo) y 5: Control PCR.



**Figura 4.** Conformación de la transformación mediante amplificación del gen *Bar* y de un fragmento de la construcción que correspondiente a una sección del promotor 35S y de la secuencia SYSF. Carril 1: Marcador de Peso Molecular de 100 pb, 2: Clona 1 Rendidora pFGC5941SYSFR, 3: Clona 2 Yoreme pFGC5941SYSFR, 4: Clona 3 Yoreme pFGC5941SYSFR, 5: Yoreme no transformado (control negativo), 6: plásmido pFGC5941-SYSFR (control positivo) y 7: Control PCR.

de Arandas con el fin de incrementar la eficiencia de transformación.

De manera complementaria a la confirmación molecular por PCR se pretende realizar un Southern blot con material de plantas transformadas. Por confirmar el silenciamiento del gen de la prosistemia mediante cuantificación de transcritos uti-

lizando qRT-PCR, para proceder con las pruebas biológicas con insectos.

## Conclusiones

Se lograron transformar plantas de *Physalis philadelphica* de las variedades Rendidora

y Yoreme con la construcción de silenciamiento del gen de la prosistemina.

## Bibliografía

- Assad-García N., Ochoa-Alejo N., García-Hernández E., Herrera-Estrella L., and Simpson J. 1992. *Agrobacterium*-mediated transformation of tomatillo (*Physalis ixocarpa*) and tissue specific and developmental expression of the CaMV 35S promoter in transgenic tomatillo plants. *Plant Cell Reports* **1**: 558–562
- Constabel C. P., Yip L. and Ryan C. A. 1998. Prosystemin from potato, black nightshade, and bell pepper: primary structure and biological activity of predicted systemin polypeptides. *Plant Molecular Biology* **36**: 55–62.
- Correa de Adjounian M. F., Adjounian H., Adjounian S. H. 2007. Silenciamiento de genes mediante RNA interferencia, Consideraciones sobre el mecanismo y diseño de los sistemas efectores. *Archivos Venezolanos de Farmacología y Terapéutica*. **27**(1):22–26.
- Dellaporta S. L., Wood J., and Hicks J.B. 1983. A plant DNA miniprep: Version II. *Plant Molecular Biology Reporter*. **1**(4):19–21.
- McGurl B, Pearce G, Orozco-Cardenas M, Ryan CA. 1992. Structure, expression and antisense inhibition of the systemin precursor gene. *Science*. **255**:1570–1573.
- Pearce G, Strydom D, Johnson S, Ryan CA. 1991. A polypeptide from tomato leaves induces wound-inducible proteinase inhibitor proteins. *Science*. **253**:895–898.
- Pearce G. y Ryan C.A. 2003. Systemic signaling in tomato plants for defense against herbivores. *The Journal of Biological Chemistry*. **278**:30044–30050.
- Rosales Campos A. L., Sánchez Martínez J., Délano Frier J. y Sánchez Hernández C. (2008). Identificación del gen de la prosistemina en *Physalis ixocarpa*. *Avances de la investigación científica en el CUCBA*. ISBN: 978-607-00-2083-4.
- Schillmiller A y Howe G. 2005. Systemic signaling in the wound response. *Current Opinion in Plant Biology*. **8**:369–377.
- Schmidt S. and Baldwin I. T. 2006. Systemin in *Solanum nigrum*. The Tomato-Homologous Polypeptide Does Not Mediate Direct Defense Responses. *American Society of Plant Biologists*. **142**(4): 1751–1758.

# Evaluación preliminar y selección de tomate milpero con fines de mejoramiento genético Citar

José Sánchez Martínez, Ofelia Vargas Ponce, Ma. Cruz Arriaga Ruíz, Luis Javier Arellano Rodríguez y Ma. Isabel Amparo Brambila

Departamento de Producción Agrícola, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara, Camino Ing. Ramón Padilla Sánchez No. 2100, La Venta del Astillero, 45221, Zapopan, Jalisco, México.

✉ [semillasjs@yahoo.com.mx](mailto:semillasjs@yahoo.com.mx)

## Introducción

Los tomates de cáscara, tomate verde, tomatillos, tomate milpero, miltomate; como suele llamársele, ha prevalecido desde épocas remotas, se tiene antecedentes de que ha sido cultivado hace más de siete mil años y ha sido uno de los fieles compañeros del maíz, ya que se encuentran asociados bajo los sistemas tradicionales del cultivo del maíz en la actualidad. Formó parte de la dieta alimenticia del México prehispánico por lo que su uso a través de la recolección de frutos silvestres o cultivo se remonta a las culturas Maya y Azteca (Callen 1965; Mera 1987) A pesar de que el género *Physalis* es muy grande al albergar alrededor de 90 especies (Martínez 2000), solamente la especie *philadelphica* es la más cultivada en el mundo y sólo una cuarta parte aproximadamente se aprovechan y el resto permanecen en estado silvestre como parte del entorno ecológico. México es uno de los países que consume en mayor proporción y no es precisamente de los cultivados, sino de las especies recolectadas en sus campos agrícolas. Los tomates milperos se dan en las áreas en donde los sistemas de cultivo se mantienen de una manera tradicional y siguen sembrando bajo el sistema milpa o bajo monocultivo de maíz sin uso de herbicidas. En el occidente de México es un nicho para las especies de tomatillo y



se sigue recolectando y comercializando a precios muy altos, ya que el precio es hasta de ocho veces más alto que la especie cultivada y en algunos municipios ya inician a sembrar tomate milpero en forma de monocultivo (Sánchez *et al.* 2006; Santiaguillo y Blas 2009), con resultados favorables por el precio del producto, sin embargo, los rendimientos están muy por debajo de las expectativas, debido a que las especies requieren de su domesticación, además del mejoramiento genético pertinente para mejorar los caracteres relacionados con rendimiento, calidad y gusto del consumidor. En el Banco de Germoplasma del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y agropecuarias de la Universidad de Guadalajara, cuenta con accesiones de tomates milperos y entre ellos se encuentran materiales con alto potencial de uso, por lo que se pretende

evaluar 30 materiales de tomates milperos, para determinar su potencial agronómico y proporcionar variedades de tipos milperos a los productores, y al mismo tiempo de bajar la sobre explotación de recolección, disminuyendo cada vez más las poblaciones silvestres naturales.

### Objetivo general

Conocer el comportamiento y características agronómicas de colectas de milperos del occidente de México con fines de mejoramiento genético.

### Objetivos específicos

1. Identificar las colectas por especie.
2. Identificar el potencial agronómico de 17 colectas del occidente de México.
3. Seleccionar accesiones con potencial agronómico para la caracterización, y multiplicación de semilla.

### Materiales y métodos

La evaluación se desarrolló en los campos experimentales del Centro Universitario de ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad de Guadalajara, en el periodo comprendido de Marzo - Junio de 2012.

El terreno se preparó dándole un paso de rastra, un barbecho más dos pasos de rastra. La surcada se hizo a 1.6 m entre estos y se acolcharon con perforaciones cada 30 cm, se colocó cintilla para el riego con goteo cada 25 cm.

La siembra se hizo en charolas de 200 cavidades con sustrato preparado con humus de lombriz, fibra de coco y jal fino.



El trasplante se realizó, colocando una planta en cada perforación del plástico es decir, a 30 cm entre planta y planta. Fotos 4,5,y 6

La fertilización fue únicamente con fertilización líquida con un fertilizante 20-20-20 soluble y aplicado con bomba aspersor manual de 15 l, para lo cual se le quitó la boquilla y junto al tallo se proporcionó aproximadamente 50 ml de fertilizante, solo dos aplicaciones en el ciclo. Se realizaron deshierbes manuales entre los surcos y una aplicación con fertilizante foliar con fosfacel 800 a una dosis de tres kg/ha.

La investigación se dividió en dos experimentos:

#### Experimento I trasplante 23 marzo

Se incluyeron 12 accesiones (34, 76, 86, 88, 465, 466, 477, 478, 479, 494, 495, testigo "chan") sembradas en un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones, la parcela experimental fue de dos



surcos de cinco metros (15 plantas/surco) y la parcela útil fue de 15 plantas con competencia completa.

**Experimento II trasplante el 28 de marzo**

Se incluyeron ocho accesiones (100, 101, 464, 499, 500, 501, 554 y testigo “chan”)

sembradas en un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones, la parcela experimental fue de un surco de cinco metros (15 plantas/surco) y la parcela útil fue de las 15 plantas.

**Variables consideradas**

- 1.- Habito de crecimiento
- 2.- Rendimiento
- 3.- Madurez hortícola
- 4.- Tamaño de fruto

**Resultados**

**Experimento I**

Los resultados que se observan en el cuadro 1 con respecto a las variedades se encontraron diferencia altamente significativa, procediendo al análisis de la prueba de medias para ubicar las diferencias entre dichas variedades. En el cuadro 2 se encuentra la colecta 76 en el primer grupo estadístico, con un valor de 7 672 kg/ha. Y, en el segundo grupo se encuentran las coletas 88 y 34, con 6374 y 5338 kg/ha respectivamente, y en el tercer grupo se ubica el testigo con 5178 kg/ha.

**Experimento II**

En el cuadro 3, de análisis de varianza, se encontró diferencia altamente significativa entre las colectas y la prueba de medias proporciona información referente a los grupos estadísticos, obteniendo valores de 5032 y 4138 Ton/ha. Para las colectas 501 y 554 respectivamente y son estadísticamente igual que el testigo con rendimiento de 4362.

**Discusión**

Es importante señalar que la diversidad entre y dentro de las especies, es significati-

**Cuadro 1.** Análisis de varianza para rendimiento.

<b>F.V.</b>	<b>G.L.</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F.C.</b>	<b>F.T.</b>
Colectas	11	18498188.0	16816536.0	63.76	0.00 **
Repeticiones	2	1367104.0	683552.0	2.52	0.096 N S
Error	22	5801000.0	263709.0		
Total	35	192150592.0			
C. V.	14.11%				

**Cuadro 2.** Descripción de caracteres de las colectas en evaluación.

<b>Colecta</b>	<b>Especie</b>	<b>Habito de crecimiento</b>	<b>Rendimiento kg/ha</b>	<b>Madurez hortícola</b>	<b>Tamaño de fruto</b>
479	philadelphica	Semi -rastrero	134 e	Tardía	Chico
478	angulata	Semi -rastrero	5034 c	Intermedia	Chico
466	philadelphica	Semi -rastrero	3058 d	Precoz	Mediano
76	philadelphica	Semi -rastrero	7672 a	Intermedia	Mediano
477	philadelphica	Erecta	171 e	Precoz	Chico
465	angulata	Semi -rastrero	3195 d	Intermedia	Chico
494	philadelphica	Semi -rastrero	2418 de	Intermedia	Chico
495	philadelphica	Semi -rastrero	1548 e	Tardía	Chico
86	philadelphica	Semi -rastrero	3571 d	Precoz	Mediano
88	philadelphica	Rastrera	6374 b	Intermedia	Mediano
34	philadelphica	Semi -rastrero	5338 bc	Precoz	Mediano
Testigo	angulata	Rastrera	5178 c	Intermedia	Chico

**Cuadro 3.** Análisis de varianza para rendimiento.

<b>F.V.</b>	<b>G.L.</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F.C.</b>	<b>F.T</b>
Colectas	7	68182128.0	9740304.0	35.3201	0.00 **
Repeticiones	2	351136.0	175568.0	0.6366	0.548 N S
Error	14	3860816.0	275772.56		
Total	23	72394080.0			
C. V.	21.76%				

**Cuadro 4.** Descripción de caracteres de las colectas en evaluación.

Colecta	Especie	Hábito de crecimiento	Rendimiento kg/ha	Madurez hortícola	Tamaño de fruto
501	philadelphica	Semi-rastrero	5 032 a	Intermedia	Grande
Testigo	angulata	Rastrero	4 362 a	Intermedia	Chico
554	philadelphica	Semi-rastrero	4 138 a	Intermedia	Chico
500	philadelphica	Semi-rastrero	1 756 b	Intermedia	Chico
499	philadelphica	Semi-rastrera	1 660 b	Intermedia	Chico
101	philadelphica	Semi-rastrero	1 051 b	Intermedia	Chico
464	philadelphica	Semi-rastrero	811 b	Intermedia	Chico
100	philadelphica	Semi-rastrero	466 b	Intermedia	Chico

vo, así lo denotan los resultados obtenidos en ambos experimentos, en donde se encuentra variación en tipo de crecimiento, tamaño de fruto, madurez hortícola y rendimiento. Dicha evidencia demuestra que el origen de los materiales, es fundamental para su diferenciación, por las condiciones ambientales, y el manejo de los ecosistemas en las diferentes zonas en las que se realizaron las colectas. En este primer ensayo de identificación de especies, y su caracterización agronómica permite la toma de decisiones para el inicio de un programa de mejoramiento genético en especies silvestres y a la vez familiarizarse con las poblaciones para el inicio de su domesticación e introducción al cultivo.

Entre especies, se encuentran algunas con potencial para su aprovechamiento directo, como es el caso de las colectas 478, 76, 88 y 554 con rendimiento igual, y en algunos de los casos, superior al testigo. Por otra parte la variabilidad dentro de las especies es evidente, por lo que se puede partir de las mejores plantas, y por selección masal o de familias de medios hermanos, llegar a obtener variedades superiores al testigo.

## Conclusiones

Seguir evaluando los materiales en diferentes ciclos de producción

Clasificar los materiales según la zona de recolección y evaluarlos por grupos.

Hay materiales sobresalientes que se pueden cultivar directamente como monocultivo. Por ejemplo 478 (angulata), 76 (philadelphica), 465 (angulata) y 554 (philadelphica), que presentan rendimientos similares al testigo.

Dada la variabilidad, hay materiales que por medio de selección individual o masal se pueden obtener materiales con alto potencial de rendimiento.

## Bibliografía

- Callen. 1965. Analyses of the Tehuacán corpoloites, 261-289 pp. In: D.S. Byer (ed) *The prehistory of Tehuacán Valley, 1. Enviroment and subsistence*. University of Texas Press. Austin.Texas.
- Martínez D. M. L. 2000. *Infragenreric Taxonomy of Physalis*. In: Nee, M.; M.E. Symon; R. N. Lester y J.P Jeeop (Eds.) *Solanaceae IV: Advances in Biology an utilization*. The Royel Botanical Gardens, Kew Pp 275-284.

- Sánchez M. J.; J. M. Padilla G.; B. A. Bojorquez M.; Ma. C. Arriaga R.; E. Sandoval I.; E. Sánchez M. 2006. *Tomate cultivado y silvestre del occidente de México*. SAGARPA, SNICS, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara. Prometeo editores, Guadalajara Jalisco, México.
- Santiaguillo H., J. F.; S. Blas Y. 2009 *Aprovechamiento tradicional de las especias de Physalis en México*. Revista de Geografía Agrícola, Estudios Regionales de la Agricultura Mexicana. ISSN 186-4394. 43:81-86.

# Mejoramiento genético de jitomate para resistencia a *Phytophthora infestans* Citar

Luis Javier Arellano Rodríguez<sup>1</sup>✉, Eduardo Rodríguez Guzmán<sup>1</sup>, José Miguel Padilla García<sup>1</sup>, Ma.Cruz Arriaga Ruiz<sup>1</sup>, José Sánchez Martínez<sup>1</sup>, Adriana Natividad Avendaño López<sup>1</sup> y Diana Yareli Arellano Zaragoza<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Profesor Investigador. <sup>2</sup>Alumno de licenciatura. Departamento de Producción Agrícola. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara, Camino Ing. Ramón Padilla Sánchez No. 2100, La Venta del Astillero, 45221, Zapopan, Jalisco, México.

✉ [larella@cucba.udg.mx](mailto:larella@cucba.udg.mx) | (0133) 38-97-26-82

## Introducción

El jitomate (*Solanum lycopersicum* Mill.) es una de las hortalizas más cultivadas en el mundo. En México es la segunda especie hortícola con mayor superficie cultivada y la principal por su producción, en la década 2000-2009 ocupó el décimo lugar en el mundo en cuanto a producción, con 2, 774, 214 t (FAOSTAST, 2011). Sin embargo, las plagas y enfermedades merman la producción y elevan los costos del mismo y una de las enfermedades más importantes la constituye el tizón tardío. Para su control a nivel mundial anualmente se invierte de uno a tres billones de dólares (Judelson y Blanco, 2005; Barbosa *et al.*, 2008). Los períodos húmedos y nublados con temperaturas frescas son propicios para el desarrollo de esta enfermedad, la infección por el patógeno es óptima en condiciones de alta humedad (80 a 100%) y bajas temperaturas (18 a 22° C) (Henfling, 1987; Rick y Chetelat, 1995); por lo que se producen graves epifitias en zonas con clima fresco y húmedo, ocasionando pérdidas hasta del 100% (Fontem *et al.*, 2005). El patógeno se reproduce tanto asexual como sexualmente, es un organismo que requiere dos tipos de apareamiento denominados A1 y A2 ( Goodwin *et al.*, 1998). La aparición de ambos tipos de apareamiento fuera de México ha contribuido a la rápida dispersión y presencia

de razas más virulentas de *P. infestans* en el mundo (Goodwin y Drenth, 1997; Páez *et al.*, 2005).

En Jalisco, México, cuando se presentan las condiciones favorables para la expresión del patógeno, se impacta fuertemente la producción de jitomate en las principales áreas productoras, dado que el 84% de los productores utiliza el sistema a campo abierto y el 8% bajo invernadero (Cih *et al.*, 2011). Reportes de técnicos y productores señalan que debido a la reducida o nula disponibilidad de variedades resistentes a *P. infestans*, para su control dependen del uso de fungicidas elevando los costos de producción del cultivo, por lo que la resistencia genética en plantas representa una alternativa viable (Brouwer y St. Clair, 2004).

En México, es muy poca la información científica que se puede encontrar respecto a generación o descubrimiento de variedades resistentes de jitomate a tizón tardío. Sin embargo, existe un gran potencial en *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*. Reportes de investigación y publicaciones formales hechas en México señalan que este tomate silvestre se distribuye desde Sinaloa hasta la Península de Yucatán (Chávez *et al.*, 2011). Por lo anterior, el objetivo de esta investigación es identificar fuentes de resistencia en condiciones naturales a *P. infestans* en

poblaciones de *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme* colectadas en México y formar con estas poblaciones variedades e híbridos con alta resistencia al patógeno.

## Materiales y métodos

Durante el ciclo primavera-verano de los años 2008, 2009 y 2010 se evaluaron 19 poblaciones silvestres de *S. lycopersicum* var. *cerasiforme* colectadas en México, comparándose con dos variedades susceptibles y la accesión LA2533 de la especie *S. pimpinellifolium* con resistencia a *P. infestans* razas 0 y 1, proporcionada por Tomato Genetics Resource Center (TGRC) de la Universidad de California, Davis.

Para los años 2011 y 2012 se formaron híbridos con líneas generadas a partir de familias F2 de los cruzamientos entre poblaciones silvestres resistentes a tizón tardío y una variedad mejorada susceptible al patógeno (San Marzano).

En este período se llevaron a cabo observaciones de los híbridos y de sus respectivos progenitores. Limitándose a seleccionar solo aquellos que expresaron mayor potencial de rendimiento, ya que en cuanto a resistencia a tizón tardío se refiere, en estos años no se presentaron las condiciones climáticas óptimas para la expresión del patógeno.

En el ciclo primavera-verano 2013, se está realizando una evaluación de seis híbridos experimentales y sus progenitores, dos testigos comerciales (Monello y 2193) y la variedad San Marzano. En todos los cruzamientos se utilizó como macho la variedad tipo cherry que presenta prolificidad de racimos, abundancia de frutos, y susceptibili-

dad media a tizón tardío, denominada Cherry S. (Cuadro 1).

En todas las plantas de cada población silvestre, híbridos y progenitores, cada siete días se tomaron lecturas visuales del porcentaje de severidad de tizón tardío de acuerdo a la escala del Centro Internacional de la Papa (Henfling, 1987): 1=0%, 2=0-5%, 3=5-15%, 4=15-35%, 5=45-65%, 6=65-85%, 7=85-95%, 8=95-100%, y 9=100%. La evaluación final del daño al follaje se realizará cuando la variedad San Marzano alcance el 95% del área foliar dañada por *P. infestans* (Frías *et al.*, 2001). Con el fin de comparar el comportamiento de cada material, con los datos obtenidos cada semana se calculó el área bajo la curva de desarrollo de la enfermedad (AUPDC por sus siglas en inglés) utilizando la fórmula propuesta por Shaner

**Cuadro 1.** Lista de híbridos y progenitores evaluados durante el ciclo P.V. 2013.

No.	Híbridos/progenitores
1	Sel 3-1a x Cherry S.
2	Sel 20 campo x Cherry S.
3	Sel 16 x Cherry S.
4	V115 x Cherry S.
5	Sel 7 Amarillo x Cherry S.
6	Sel 1 x Ch. S.
7	Monello (testigo comercial)
8	2193 (testigo comercial)
9	Sel 3-1a
10	Sel 20 campo
11	Sel 16
12	V115
13	Sel 7 amarillo
14	Sel 1
15	San Marzano (testigo susceptible)

y Finney (1977) aplicando el método de integración trapezoidal y usando la ecuación:

$$AUDPC = \sum_{i=1}^n \left[ \frac{Y_{i+1} + Y_i}{2} \right] [X_{i+1} - X_i]$$

Dónde: n es el número de mediciones de la enfermedad en el tiempo; el término  $(Y_i$  y  $Y_{i+1}) / 2$  es el punto medio entre  $(Y_i$  y  $Y_{i+1})$  que representa la cantidad de enfermedad en un intervalo de tiempo, correspondiente a la altura de cada rectángulo; y el término  $(X_{i+1} - X_i)$  representa el tiempo (d) entre dos evaluaciones de la enfermedad e indica la anchura de cada rectángulo.

### Ubicación

El proyecto se ubica en el Campo Experimental del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CUCBA) de la Universidad de Guadalajara, ubicado en Nextipac, Zapopan, Jalisco, México, a 20° 44' 42.5" LN y 103° 30' 52.5" LO, con una altitud de 1650 m, y con un clima templado semiseco, con temperatura media anual de 23.5°C y una precipitación media anual de 906 milímetros con régimen de lluvia en los meses de junio a octubre.

### Análisis de datos

Para el año 2008, 2009 y 2010, en la variable AUDPC se realizaron pruebas de normalidad utilizando el procedimiento Univariate de SAS 8.1 y la opción NORMAL que usa la prueba Shapiro-Wilks, y cuando los análisis de normalidad de los datos fueron significativos, se procedió a realizar una serie de transformaciones en los datos de AUDPC, en donde la raíz cuadrada de  $AUDPC+1$  fue la que logró que los valores fueran norma-

les. Se realizaron análisis de varianza por experimento (año) de los tres años para todas las variables estimadas. Los valores promedio de cada variable observada se compararon mediante una prueba múltiple de medias de Tukey al 5% de probabilidad.

### Resultados

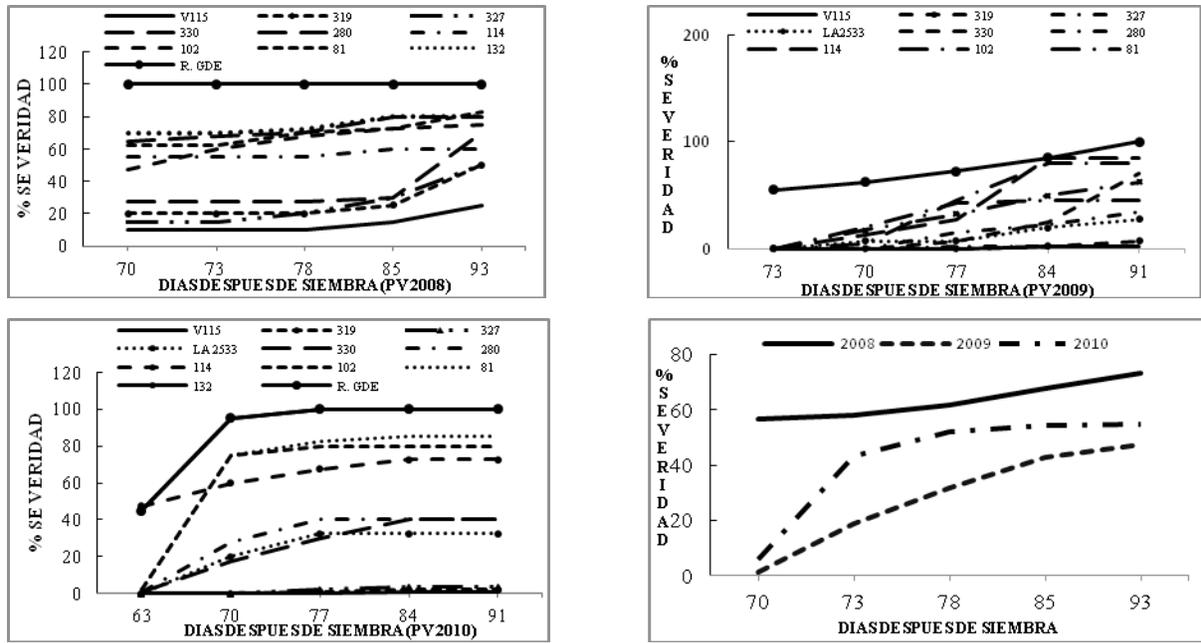
En los ciclo 2008, 2009 y 2010 la alta humedad relativa (> 80%) y baja temperatura durante la noche y primeras horas del día (12 a 16 °C) en los meses de septiembre y octubre favorecieron el ataque del patógeno. Se encontraron diferencias significativas ( $P < 0.01$ ) entre genotipos sometidos a infecciones naturales de *Phytophthora infestans* en los tres años de evaluación (2008, 2009 y 2010) para las variable AUDPC.

Destacándose en estas condiciones por su resistencia a tizón tardío las poblaciones V115, 319, 327 y 330 (Figura 1).

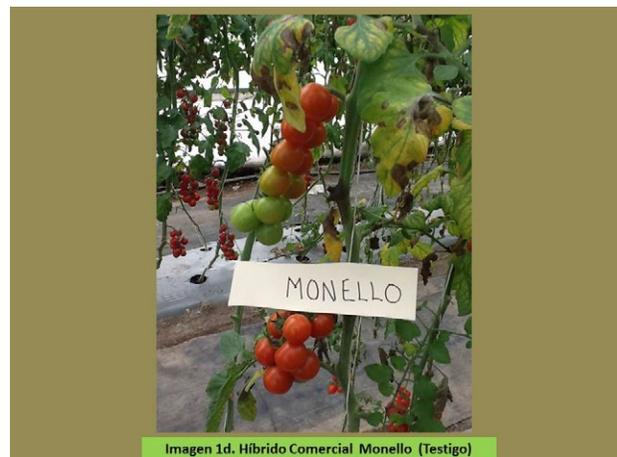
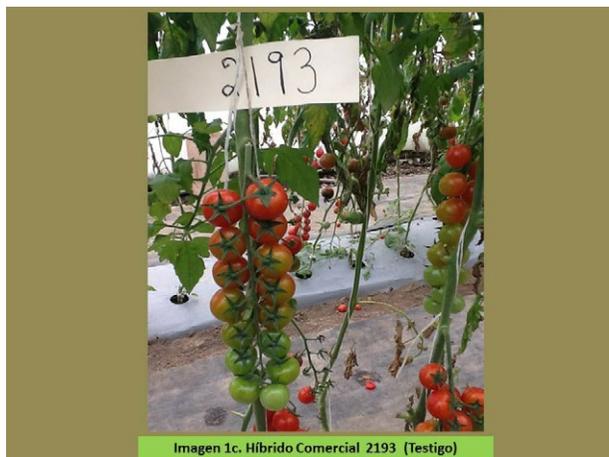
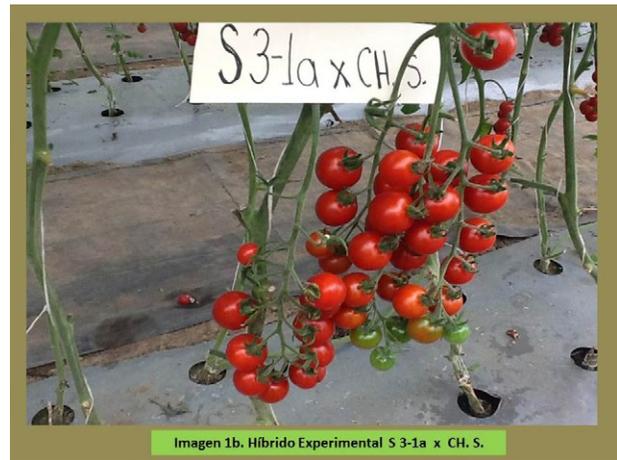
En relación al ciclo primavera-verano 2013, de acuerdo a resultados preliminares, en cuanto a potencial de rendimiento sobresalen los híbridos **Sel 3-1a x Cherry S.** y **Sel 16 x Cherry S.** en comparación con los híbridos testigos **Monello** y **2193** (Imagén 1).

De acuerdo a resultados preliminares, en relación a resistencia a *P. infestans*, hasta el último muestreo (17 Octubre 2013) el híbrido **Sel 3-1a x Cherry S.** presenta cero incidencia y severidad del patógeno, seguido de los híbridos **Sel 16 x Cherry S.** y **Sel 20 campo x Cherry S.** Los híbridos testigos presentan porcentajes de severidad a *P. infestans* arriba del 40% (Cuadro 2).

Los progenitores V115, Sel 3-1a y Sel 16 a la fecha presentan cero por ciento de severidad al patógeno (Cuadro 2).



**Figura 1.** Porcentaje de severidad de algunos genotipos evaluados a diferentes tiempos de muestreo (2008, 2009 y 2010) y comportamiento medio del total de genotipos durante los tres ciclos agrícolas.



**Cuadro 2.** Porcentaje de severidad a *P. infestans* mostrada durante el tercer muestreo (17 Octubre 2013) en los híbridos y progenitores evaluados.

No.	Híbridos/progenitores	% Severidad Tizón tardío
1	Sel 3-1a x Cherry S.	0
2	Sel 20 campo x Cherry S.	5
3	Sel 16 x Cherry S.	15
4	V115 x Cherry S.	25
5	Sel 7 Amarillo x Cherry S.	40
6	Sel 1 x Ch. S.	45
7	Monello (testigo comercial)	50
8	2193 (testigo comercial)	40
9	Sel 3-1a	0
10	Sel 20 campo	25
11	Sel 16	0
12	V115	0
13	Sel 7 amarillo	35
14	Sel 1	35
15	San Marzano (testigo susceptible)	70

## Discusión

Los valores de AUDPC, estimados en las 19 poblaciones silvestres y en los testigos, claramente permiten separar los grupos con resistencia, tolerancia y susceptibilidad. Las colectas V115, 319, 327 y 330, se manifestaron como poblaciones de alta resistencia por las calificaciones inferiores obtenidas en esta variable, comparadas con el testigo resistente. Estas poblaciones fueron colectadas en Veracruz y Nayarit; en donde el clima predominante es de tipo cálido húmedo, con condiciones climáticas favorables para que tizón tardío se presente; originando que las poblaciones silvestres convivan con el patógeno y desarrollen genes de resistencia para lograr sobrevivir. Y en el caso específico de las poblaciones que mostraron mayor susceptibilidad o resistencia baja, el clima predominante en las áreas donde fueron colectadas es de tipo seco y semiseco, lo que posiblemente genere que el patógeno

tenga un comportamiento irregular durante los ciclos agrícolas, no permitiendo una convivencia específica de planta-patógeno que favorezca la acumulación de genes de resistencia durante la evolución de las poblaciones silvestres. Y al comparar el porcentaje de severidad reflejado en la AUDPC mostrada a través de los tres años de evaluación por el ataque de *P. infestans*, se observó que durante 2008 los genotipos presentaron los valores más altos de severidad por el ataque de tizón tardío (Figura 1). En este año la mayoría de genotipos iniciaron con un porcentaje de severidad mayor al 50% en el primer muestreo realizado, y en la última evaluación alcanzaron una severidad promedio de 80%. Mientras que en el 2010 se inició con porcentajes de severidad promedio menores de 10% y mayores al 50%. En 2009 la mayoría de genotipos tuvieron una disminución de la severidad menor del 10% durante el primer muestreo y del 50% en el segundo muestreo; y a partir del ter-

cer muestreo los genotipos susceptibles tuvieron una severidad mayor al 80%. En este año se registraron precipitaciones durante el mes de agosto de 37.4 mm, en septiembre de 159.8 y en octubre de 39.6; mientras que en 2008 en estos mismos meses se tuvieron precipitaciones de 130.2, 226 y 50.2 respectivamente y en 2010, la precipitación fue de 143, 178 y 7.20 mm respectivamente. Por lo que, estas diferencias en cantidad de lluvia, pueden haber influenciado para que en el 2009 la severidad mostrada por los genotipos fueran menores en las primeras fechas de muestreo (Figura 1). En tanto que, en 2008 y 2010, las precipitaciones registradas durante estos meses favorecieron la presencia de mañanas lluviosas y frías, creando un ambiente propicio para el desarrollo de tizón tardío y una mayor producción y diseminación de esporangios del patógeno.

En relación a la evaluación de híbridos y progenitores que se está llevando a cabo durante el ciclo primavera-verano 2013. Los resultados preliminares demuestran que las líneas Sel 3-1a, Sel 16 y Sel 20 campo (derivadas de la selección de generaciones segregantes obtenidas a partir de los cruza-mientos entre poblaciones silvestres resis-tentes y variedad comercial San Marzano), tienen el potencial de heredar la resistencia a *P. infestans* en los híbridos F1.

## Conclusiones

En el presente estudio se demostró que *S. lycopersicum* var. *cerasiforme* es una especie que posee una amplia gama de poblaciones con bajo, medio y alto potencial de resistencia a *P. infestans*.

En las 19 poblaciones silvestres sometidas a infecciones naturales a *P. infestans*, las poblaciones V115, 319, 327 y 330 obtuvie-

ron los niveles más altos de resistencia comparados con el testigo resistente LA2533. Dichas poblaciones identificadas como resistentes representan nuevas fuentes de resistencia para ser usadas en programas de mejoramiento genético de la especie. Lo que se confirma con la resistencia mostrada con los híbridos Sel 3-1a x Cherry S., Sel 16 x Cherry S., y Sel 20 campo x Cherry S.

## Literatura citada

- Barbosa, A. F., D. J. Henriques da S., C. Damiano, C., and E. S. Gomide, M., 2008. Inheritance of resistance to *Phytophthora infestans* (Peronosporales, Pythiaceae) in a new source of resistance in tomato (*Solanum* sp. (formerly *Lycopersicon* sp. ), Solanales, Solanaceae). *Genetics and Molecular Biology*. 31(2): 493-497.
- Brouwer, D. J. and A. St. Clair, D. 2004. Fine mapping of three quantitative trait loci for late blight resistance in tomato using near isogenic lines (NILs) and sub-NILs. *Theor Appl Genet*. 108:628-638.
- Cih, D. I. R., J.L. Jaramillo, V., M. A. Tornero, C., y R. Schwentesius, R. 2011. Caracterización de los sistemas de producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en el estado de Jalisco, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 14(2): 501-512.
- Chávez, S. J. L., J.C. Carrillo, R., A. M. Vera, G., E. Rodríguez, G., R. Lobato, O. 2011. *Utilización actual y potencial del jitomate silvestre en México*. Subsistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (SINAREFI), Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, CIIDIR-Unidad de Oaxaca del Instituto Politécnico Nacional e Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca, Oaxaca, México. 72 p.
- FAOSTAT. 2011. *Estadísticas de producción de cultivos*. [En línea] <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567> [consulta: 12 mayo de 2012].
- Fontem, D. A., M. Olanyab, O. R. Tsopmbeng, G., and A. P. Owona, M. 2005. Pathogenicity and metalaxyl sensitivity of *Phytophthora infestans* isolates obtained from garden huckleberry, potato and tomato in Cameroon. *Crop Protection*. 24: 449-456.
- Foolad, M. R., L. Merk, H., and H. Ashrafi,. 2008. Genetics, genomics and breeding of late blight and

- early blight resistance in tomato. *Crit. Rev. Plant. Sci.* 27 (2):75-107.
- Frías, T. G. A., J. A. Muñiz, V., V. M. Parga, T., y A. Flores, O. 2001. Reacción de 18 genotipos de papa (*Solanum tuberosum*) a los tizones tardío y temprano y evaluación de la diversidad de razas de *Phytophthora infestans* en Coahuila y Nuevo León. *Revista Mexicana de Fitopatología.* 19:19-22.
- Goodwin, B. S. and A. Drenth. 1997. Origin of the A2 mating type of *Phytophthora infestans* outside México. *Phytopathology.* 87 (10):992-999.
- Goodwin, B. S., D. Smart, C., W. Sandrock, R., L. Deahl, K., K. Punja, Z. and E. Fry, W. 1998. Genetic change within populations of *Phytophthora infestans* in the United States and Canada during 1994 to 1996: Role of migration and recombination. *Phytopathology.* 88:939-949.
- Henfling, J. W. 1987. *Late Blight of potato: Phytophthora infestans.* Technical Information Bulletin 4. International Potato Center, Lima, Peru. 25 p.
- Judelson, H. S. and A. Blanco, F. 2005. The spores of *Phytophthora*: weapons of the plant destroyer. *Nature Reviews Microbiology.* 3: 47-58.
- Páez, O., R. Valverde, L. Gómez y A. Brenes. 2005. Diversidad genética de aislamientos de *Phytophthora infestans* en plantaciones de papa en Costa Rica con el uso de RAPDS. *Agronomía Costarricense.* 29: 41-55.
- Rick, C. and R. Chetelat. 1995. Utilization of related wild species for tomato improvement. *Acta Hort.* 412:21-38.
- Shaner, G. and E. Finney, R. 1977. The effect of nitrogen fertilization on the expression of slow-mildewing resistance in Knox wheat. *Phytopathology.* 67:1051-1056.

# Relaciones morfométricas de *Pinus leiophylla* y *P. devoniana* en un bosque de pino-encino bajo manejo forestal Citar

Gerardo Alberto González Cueva<sup>1</sup>✉, Agustín Gallegos Rodríguez<sup>1</sup>, Mario Alberto Arroyo Vázquez<sup>2</sup> y Oscar Jazel Nava Mercado<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Profesor investigador del Departamento de Producción Forestal, CUCBA, Universidad de Guadalajara, <sup>2</sup> Alumno de la carrera de Ing. Agrónomo, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Camino Ing. Ramón Padilla Sánchez No. 2100, La Venta del Astillero, 45221, Zapopan, Jalisco, México.

✉ gerardogon@hotmail.com

## Introducción

El manejo forestal es la conjunción y aplicación de áreas del conocimiento como ecología, botánica, estadística, economía y administración, y su propósito es obtener bienes y servicios de la vegetación forestal, sin comprometer la permanencia de este valioso recurso natural. Esta premisa implica una complejidad para la planeación y ejecución del manejo forestal, por esto, debe hacerse investigación en las disciplinas que concurren para su implementación, es deseable entonces desarrollar estudios específicos que se traduzcan en herramientas para la toma de decisiones del manejo forestal.

La descripción de la forma (arquitectura) de los árboles de manera cuantitativa puede contribuir a la caracterización de la estructura forestal en diferentes escalas: el bosque, un rodal y un árbol, por tanto, la determinación de relaciones morfométricas por especie genera conocimiento básico para su manejo en diferentes niveles de aplicación.

Najera-Luna (2008) afirma que la morfometría de un árbol definida a través de las variables dasométricas es una referencia de las relaciones interdimensionales, su espacio vertical y horizontal ocupado, el grado de competencia, la estabilidad, vitalidad y productividad en el rodal.

El presente trabajo tiene como objetivo caracterizar las relaciones morfométricas de *Pinus leiophylla* y *P. devoniana* que son las especies más abundantes en el conjunto predial y en diferentes grados de mezcla con otras especies de coníferas y latifoliadas constituyen áreas forestales de considerable extensión en la región.

## Materiales y métodos

El estudio se realizó en el C. P. Mezcalitos y Ciénega de Mateo José, Fracciones I, II, y III, Totomina y Loma de Cruz de Castro, Municipio de Atemajac de Brizuela. Con ubicación geográfica alrededor de 20° 08' Latitud Norte y 103° 29' Longitud Oeste, localizado a 4 km de la cabecera municipal. Se ubica en la región Sierra de Tapalpa, dentro de la provincia fisiográfica Eje Neovolcánico Transversal. El rango altitudinal va de 2430 a 2710 msnm y las topofomas incluyen laderas, lomeríos y pequeñas mesetas. El clima es templado subhúmedo con lluvias en verano, la temperatura media anual es de 15.7 °C y la precipitación media anual de 947.8 mm. El tipo de suelo presente es la asociación de Andosol mólico y Luvisol crómico, de textura media. La vegetación corresponde a bosques de pino y encino en diferentes grados de mezcla. Debe señalarse que el aprovechamiento forestal maderable y no maderable se ha realizado durante

décadas en el conjunto predial. El sistema silvícola aplicado actualmente es el método mexicano de ordenación de bosques irregulares (MMOBI). La extracción de resina se realiza mediante el método francés. Cabe señalar que la ganadería extensiva se ha realizado también durante mucho tiempo.

La descripción de las relaciones morfométricas para las dos especies se basó en datos de dos sitios de muestreo establecidos de acuerdo la guía para el establecimiento de sitios de investigación forestal y de suelos del Estado de Durango, cuyas características son: 2500 m<sup>2</sup> de superficie y forma cuadrada, donde se registraron las especies arbóreas con diámetro normal > 10 cm a las que se midieron las variables: diámetro normal, diámetro de copa, altura de fuste limpio y altura total, el largo de copa se obtiene por la sustracción de la altura de fuste limpio de la altura total. La información relativa a *P. leiophylla* se tomó del sitio La Ciénega (LC) y respecto a *P. devoniana* se consideró el sitio Totomina (T), debido a que cada especie fue la más abundante y dominante de manera respectiva.

Los índices morfométricos aplicados se explican en el cuadro 1.

La correlación y determinación entre diámetro normal – altura total y diámetro

normal – diámetro de copa se estableció con el objetivo de obtener ecuaciones que puedan modelar las dimensiones de estas variables dasométricas.

## Resultados

En LC la abundancia de *P. leiophylla* fue del 44 % y su dominancia del 49.20 %. En T la abundancia de *P. devoniana* fue del 70 % y su dominancia del 74 %.

La caracterización de las variables dasométricas (Diámetro normal, diámetro de copa, altura total, altura de fuste limpio y largo de copa) para ambas especies se presenta en la figura 1.

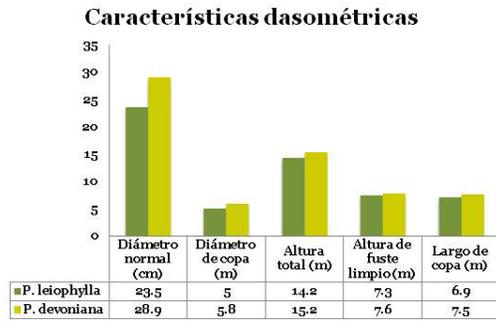
Puede observarse que *P. devoniana* es superior a *P. leiophylla* en todas sus dimensiones: 19% mayor en diámetro normal, 14 % mayor en diámetro de copa, 7% mayor en altura total, 4% mayor en altura de fuste limpio y 8% mayor en largo de copa.

La relación entre las variables dasométricas a nivel de especie se presenta en las figuras 2, 3, 4 y 5.

Las relaciones entre las variables dasométricas de *P. leiophylla* muestran que un modelo logarítmico tiene un mayor ajuste

**Cuadro 1.** Índices morfométricos y variables dasométricas relacionadas en cada uno.

Relación morfométrica	Variables de medición
Porcentaje de copa	PC= (Largo de copa / Altura total) * 100
Índice de copa	IC= Largo de copa / Diámetro de copa
Forma de copa	FC=Diámetro de copa / Largo de copa
Índice de espacio vital	IEV= Diámetro de copa / Diámetro normal
Monto de copa	MC= Diámetro de copa / Altura total
Grado de esbeltez	GE = Altura total / Diámetro normal



**Figura 1.** Valores promedio de diámetro normal, diámetro de copa, altura total, altura de fuste limpio y largo de copa de *P. leiophylla* y *P. devoniana*.

entre las variables diámetro normal y altura total. La relación entre diámetro normal y diámetro de copa tuvo su mejor ajuste a través de un modelo lineal.

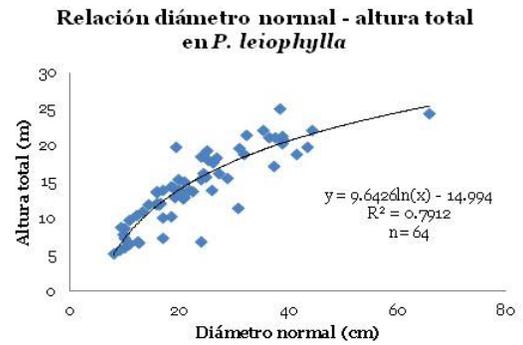
Las relaciones entre las variables dasométricas de *P. devoniana* presentan un mayor ajuste entre diámetro normal y diámetro de copa a través de un modelo lineal y el mejor ajuste entre diámetro normal y altura total se obtuvo con un modelo logarítmico.

Los índices morfométricos resultantes para cada una de las especies se presentan en el cuadro 2.

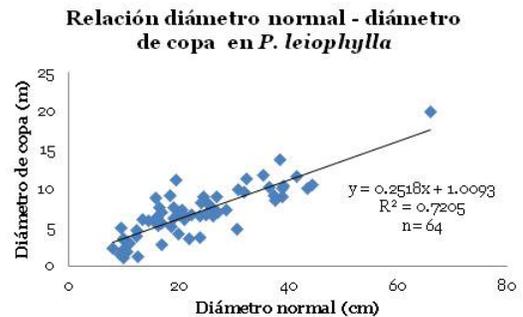
**Discusión**

La superioridad dimensional de *P. devoniana* puede atribuirse a la condición de mayor abundancia y dominancia en T en relación con *P. leiophylla* en LC, sin embargo, no puede descartarse que la genética de cada especie les confiere hábitos de crecimiento diferentes.

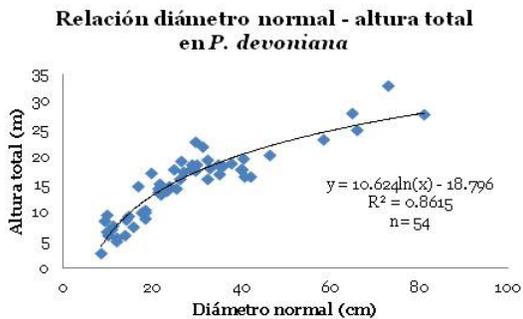
Puede observarse también que las ecuaciones de regresión de las relaciones diámetro normal - altura total y diámetro normal - diámetro de copa tuvieron un mejor



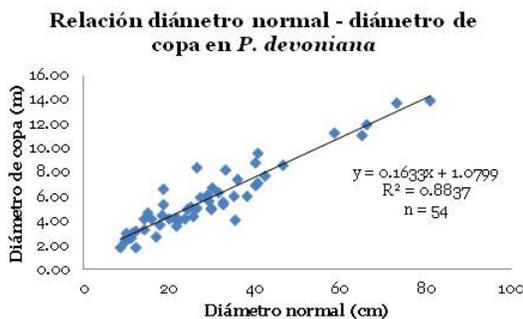
**Figura 2.** Relación diámetro normal – altura total de *P. leiophylla*.



**Figura 3.** Relación diámetro normal – diámetro de copa de *P. leiophylla*.



**Figura 4.** Relación diámetro normal – altura total de *P. devoniana*



**Figura 5.** Relación diámetro normal – diámetro de copa de *P. devoniana*.

**Cuadro 2.** Resultados de índices morfométricos de *P. leiophylla* y *P. devoniana*.

Índice morfométrico	<i>P. leiophylla</i>	<i>P. devoniana</i>
Porcentaje de copa	46.8	46.7
Índice de copa (adimensional)	1.4	1.3
Forma de copa (adimensional)	0.8	1.0
Índice de espacio vital (adimensional)	22.5	21.4
Monto de copa (adimensional)	0.4	0.4
Grado de esbeltez (adimensional)	65.3	57.3

ajuste en *P. devoniana* que en *P. leiophylla*, lo que permite una mejor predicción de las variables dependientes para esa especie. Este resultado puede facilitar la planeación de acciones de manejo para *P. devoniana*, por tener una mayor relación entre una variable fácil de medir en campo como es el diámetro normal y otras variables de importancia que tienen una mayor dificultad para su cuantificación.

El porcentaje de copa es un indicador de la vitalidad de un árbol y significa el volumen ocupado por la copa dentro del individuo (Arias, 2005), desde el punto de vista económico esta variable es importante pues a mayor porcentaje de copa menor cantidad de trozas comerciales. El porcentaje de copa encontrado para ambas especies fue sensiblemente igual, *P. devoniana* tuvo un 46.73% de copa y *P. leiophylla* un 46.79% de copa, lo que significa que la poda natural es similar en ambas especies.

El índice de copa es la relación entre el largo y ancho de la copa y es útil para evaluar la calidad y productividad de un rodal, los valores promedio oscilan entre 0.3 y 1.6, magnitudes menores de este índice se relacionan con sitios de condición desfavorable para el desarrollo de los árboles. El índice de copa encontrado fue sensiblemente igual para *P. leiophylla* con 1.4 y *P. devoniana* con 1.3.

La forma de copa es la relación entre el diámetro y el largo de copa, Durlo (2001) establece que cuanto menor es valor de la forma de copa, mayor es la productividad del árbol. La forma de copa para *P. leiophylla* (0.8) indica una mayor productividad que *P. devoniana* (1.0). Aun cuando los valores son sensiblemente iguales, puede observarse que este resultado es consistente con el índice anterior, ya que *P. leiophylla* tiene mayor índice de copa y menor forma de copa que *P. devoniana*.

El índice de espacio vital expresa cuantas veces es mayor el diámetro de copa que el diámetro normal y muestra la ocupación que necesita un árbol para desarrollarse sin competencia, este índice aumenta conforme se incrementa el diámetro normal del árbol. Los valores encontrados fueron muy similares, *P. leiophylla* con 22.5 y *P. devoniana* con 21.4.

El monto de copa es un indicador de la masa foliar de la masa forestal, valores mayores indican un desarrollo bajo condiciones de menor competencia por luz. El monto de copa para ambas especies fue en ambas especies de 0.4.

El grado de esbeltez relaciona altura total con diámetro normal y es un indicador de la estabilidad de los árboles contra daños ocasionados por fuerzas mecánicas (viento),

valores bajos de esbeltez implican arboles más cónicos y por lo tanto más estables. *P. devoniana* tuvo un mayor grado de esbeltez con 57.3 que *P. leiophylla* con 65.3.

## Conclusiones

La arquitectura de *P. leiophylla* y *P. devoniana* fue eficientemente descrita a través de índices morfométricos cuantitativos.

*P. devoniana* tiene una superioridad dimensional a *P. leiophylla*.

El porcentaje de copa, el índice de copa, el índice de espacio vital y el monto de copa fueron similares en *P. devoniana* y *P. leiophylla*.

La forma de copa y el grado de esbeltez fueron diferentes para *P. devoniana* y *P. leiophylla*.

Se hace necesario describir las relaciones morfométricas de manera cuantitativa para otras especies forestales bajo condiciones ecológicas y de manejo distintas, de modo que su aprovechamiento y conservación puedan ser evaluados a través de indicadores medibles.

## Referencias bibliográficas

- Arias, D. 2005. Morfometría del árbol en plantaciones forestales tropicales. Revista Kurú **2**(5): 1-11.
- Durlo, A. M., Jaques S. F. y L. Denard. 2004. Modelagem da copa de *Cebrela fissilis* Vellozo. Ciencia Forestal, Santa María **2**(4):79-89.
- Nájera-Luna, J. A. y E. Hernández-Hernández. 2008. Relaciones morfométricas de un bosque coetáneo de la región de El Salto, Durango. Ra Ximhai **4**(1):69-81.

# Evaluación dasométrica de plantaciones forestales comerciales de *Tectona grandis* (Teca) con diferentes condiciones edáficas en Nayarit Citar

Efrén Hernández Álvarez<sup>1</sup>✉, Gerardo Hernández Plascencia<sup>2</sup> y Agustín Gallegos Rodríguez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Profesor Investigador del Departamento de Producción Forestal, <sup>2</sup>Estudiante de la Carrera de Ingeniero Agrónomo. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Camino Ing. Ramón Padilla Sánchez No. 2100, La Venta del Astillero, 45221, Zapopan, Jalisco, México

✉ [hae04317@cucba.udg.mx](mailto:hae04317@cucba.udg.mx)

## Introducción

La tasa de deforestación y pérdida de bosque por causas naturales, aunque se esta reduciendo, continua siendo alarmante, a nivel mundial disminuyó de unos 16 millones de hectáreas al año en la década de 1990 a aproximadamente 13 millones de hectáreas al año en el último decenio (FAO, 2010).

En los últimos 10 años las plantaciones de Teca más importantes provienen de Ibero América, exportando troncos jóvenes de teca hacia India, Europa y EEUU (Anantha Padmanabha 2006).

México no es la excepción y por ello, el Programa Estratégico Forestal para México 2025 (CONAFOR-COLPOS 2011), el propósito del programa es aumentar la producción maderable para abastecer la industria forestal, reducir la presión sobre los bosques, fomentar la inversión privada y social en el sector forestal, y convertir áreas degradadas o improductivas en bosques productivos, y contribuir al mejoramiento del ambiente en general tiene como una prioridad a mediano y largo plazos el desarrollo forestal sustentable, y destaca la importancia de las Plantaciones Forestales Comerciales (PFC). Las plantaciones forestales una vez establecidas deben ser evaluadas periódicamente

y una evaluación que describa las variables dasonómicas, proporciona información fundamental para prescribir intervenciones de manejo y permite determinar el rendimiento de la masa forestal, proporcionando alternativas viables para la correcta administración de la diversidad de productos que pudiesen obtenerse de la misma. Por lo anteriormente expuesto, la importancia del presente proyecto que analiza el desarrollo de una PFC de teca establecidas en el trópico mexicano al evaluar el crecimiento en altura total, diámetro normal, así como la supervivencia e incrementos de teca (*Tectona grandis* L.F.) establecida en el municipio de Ruiz, Nayarit.

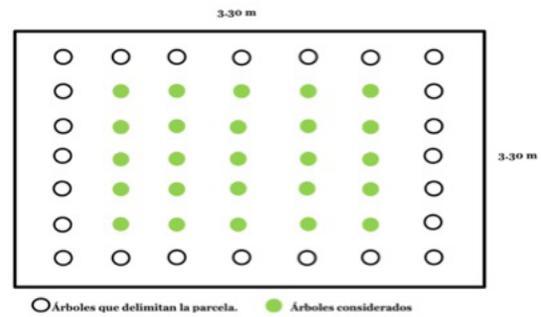
## Materiales y métodos

El estudio se llevó a cabo en una plantación forestal comercial dentro del Municipio de Ruiz, que se localiza en la región norte-central del estado de Nayarit, entre las coordenadas geográficas extremas; 22° 10' al 21° 52' de latitud norte y 104° 47' al 105° 14' de longitud oeste, la cabecera Municipal se encuentra, a 30 msnm (Figura 1).

El clima en el municipio es cálido subhúmedo, con un régimen de lluvias de junio a septiembre que fluctúa entre los 979 mm y



**Figura 1.** Ubicación del área de estudio en Nayarit, México (Ypushima, 2010).



**Figura 2.** Subparcela de muestreo, 3 subparcelas por condición edáfica.

2,170 mm de precipitación, siendo el mes de Agosto el que más precipitación presenta en promedio. Está libre de heladas y los vientos son moderados, que generalmente corren del noroeste al suroeste (CNEM, 2009).

El tipo de suelo que presenta según la clasificación FAO/UNESCO (1970) modificada por la Comisión de estudios del territorio Nacional (1974) es Cambisol eútrico y Feozem háplico, es lítica profunda; es decir lecho rocoso entre 50 y 100 cm de profundidad.

La plantación forestal comercial de *Tectona grandis* fue establecida en julio del 2008, teniendo un área aproximada de 25 ha, en el Proyecto Agroforestal Nayarita S.A, perteneciente a la empresa Agronay. El manejo que hicieron a la plantación desde su establecimiento, ha sido de limpias, fertilización y riego de auxilio (en el mes de Enero de 2009).

El estudio se desarrolló en dos etapas, una de campo para realizar la colecta de muestras y para la toma de datos de los árboles evaluados, la fase de gabinete fue para analizar la información documental científica y tecnológica relacionada a esta especie

con la que se formuló la revisión de literatura y finalmente para el proceso de datos, los análisis estadísticos y la discusión de los resultados encontrados.

#### Ubicación de parcelas para el estudio

Inicialmente se visitó la plantación, y se hizo un recorrido para observar el terreno y la situación de las plantas, además de analizar cuáles terrenos podrían ser aptos para nuestro estudio, se tuvo en cuenta los antecedentes de análisis de suelo realizados antes del establecimiento de la plantación por los propietarios, así como de las características morfológicas que presentaban las plantas. Lo anterior sustenta la definición de las unidades de muestreo en la plantación.

#### Selección de unidades de muestreo

La unidad de muestreo quedó constituida por 3 parcelas (3 subparcelas por parcela) en áreas con características diferentes condiciones edáficas y crecimiento de las plantas. Se establecieron subparcelas con dimensiones de 7 x 7 árboles, espaciamiento de 3.3 metros x 3.3 metros (densidad final de 918 árboles/ha), cada parcela con una superficie de 533.6 m<sup>2</sup>, y para evitar el efecto de borde solo se consideraron para evaluar los 5 árboles internos (Figura 2).



**Figura 3.** Evaluación de la plantación en dos de las tres diferentes condiciones edáficas.

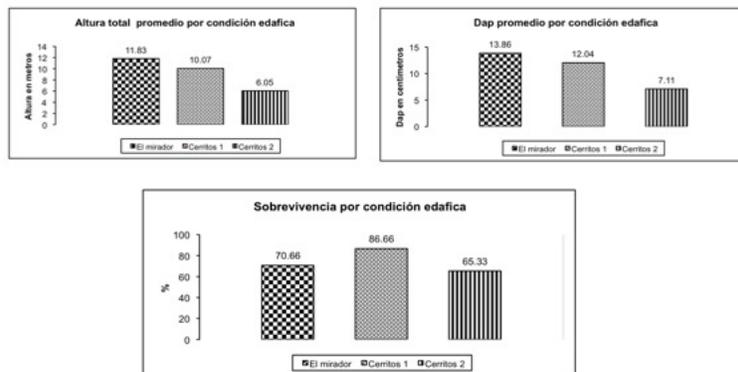
De cada árbol se registraron los datos de la altura total, el diámetro normal a 1.3 m sobre el nivel del suelo, y la sobrevivencia se determinó en base al número de árboles vivos y los faltantes.

total y diámetro normal con valores intermedios, por su parte la condición edáfica “Cerritos 2” es la que presenta los valores promedios más bajos en las variables altura total, diámetro normal, y sobrevivencia.

### Resultados

En la siguiente figura, se puede ver que la condición edáfica “Mirador” presenta los valores más altos para la variable altura total y diámetro normal y una sobrevivencia del arbolado del 70,66%, la condición edáfica “Cerritos 1” contiene valor el más alto para la variable sobrevivencia y la variable altura

La información de campo resultante en la evaluación de la plantación, se presenta según el tipo de variables bajo análisis; en el cuadro 1 podemos observar el resumen de resultados por condición edáfica para altura total, diámetro normal, incremento medio anual en altura, incremento medio anual en diámetro, así como la sobrevivencia a 5 años de edad de la plantación.



**Figura 4.** promedios de altura total (a), diámetro normal (b), y sobrevivencia (c) en las tres condiciones edáficas.

**Cuadro 1.** Resumen con resultados promedio de variables estudiadas.

Condición edáfica	Altura total (m)	Diámetro normal (cm)	IMAA	IMAD	Sobrevivencia (%)
El mirador	11,83	13,86	2,36	2,77	70,66
Cerritos 1	10,07	12,04	2,01	2,40	86,66
Cerritos 2	6,05	7,11	1,21	1,42	65,33

Donde: IMAA = Incremento medio anual en altura, IMAD = Incremento medio anual en diámetro.

## Discusión y conclusiones

De acuerdo a Cortez (2011) los incrementos medios anuales en altura obtenidos para *Tectona grandis* en plantaciones establecidas en México, Centroamérica y otros países a diferentes edades, los mejores incrementos corresponden a: Costa Rica con 3.25 a 3.31 m/año, para Colombia con 3.20 m/año y Argentina con 2.83 m/año. Específicamente Pérez y Kanninen (2002) presentan los resultados de una plantación de *Tectona grandis* en Costa Rica que a los 5 años de establecida alcanzó 2.88 m/año), superior a todas las condiciones edáficas evaluadas en este estudio.

Los mejores incrementos medios anuales en diámetro a nivel internacional son reportados también para Costa Rica con un rango de 3.20 a 3.38 cm/año, Kenia con 2.79 cm/año y Colombia con 2.80 cm/año (Cortez, 20011). En México para Huimanguillo, Tabasco para una plantación de 8 años de edad reportan incrementos medios anuales en diámetro de 3.4 cm/año, en Escárcega, Campeche en una plantación de 7 años de edad, reporta incrementos medios anuales en diámetro de 0.36 cm/año (Cortez, 20011)., valores muy bajos en comparación con los incrementos medios anuales en diámetro que se obtuvieron en las diferentes condiciones edáficas de Ruiz, Nayarit con incrementos medios anuales en diámetro de 2.77, 2.40, y 1.42 cm/año, para

las condiciones edáficas de “El mirador”, “Cerritos 1”, “Cerritos 2”, respectivamente.

Con respecto a la variable de sobrevivencia promedio obtenida a los 5 años de establecida la plantación, los resultados arrojan que la sobrevivencia varía del 86.66%, 70.66%, al 65.33%, para las condiciones edáficas “Cerritos 1”, “El mirador” y “Cerritos 2”, respectivamente, *Tectona grandis* mostró mayor adaptabilidad en la condición edáfica de “Cerritos 1”. Benavides *et al.*, (2005), citan la evaluación de 6 especies forestales, 4 nativas y 2 exóticas de rápido crecimiento en parcelas subdivididas en el municipio de La Huerta, Jalisco. Donde *Tectona grandis* alcanzó una supervivencia del 70%, solo mayor a la condición edáfica de “Cerritos 2” del municipio de Ruiz, Nayarit.

Otros aspectos que inciden en el desarrollo dasométrico y en el volumen de teca, que es considerado como una variable indicadora del potencial o de la capacidad de producción de un rodal, es afectado por diferentes variables que deben considerarse en el manejo, como son; la densidad inicial, la calidad de sitio, y las intervenciones silviculturales (Ypushima *et al.*, 2012).

Los resultados obtenidos en las plantaciones de Ruiz, Nayarit, compiten con los reportados para teca en plantaciones establecidas en México y Centroamérica, lo que hace mas atractivas las plantaciones con esta especie para la región, así mismo las

condiciones edáficas de la región son deseables para el establecimiento de plantaciones forestales comerciales, por lo cual es también una alternativa para recuperar zonas de vocación forestal, que han sido cambiadas por uso agrícola o pecuario.

## Referencias bibliográficas

- Anantha Padmanabha, H. S. 2006. *Informe internacional sobre la teca*. (Product Disclosure Statement Rewards Group Teak Market Report”).
- Benavides, U. G., S. J. D. Benavides., A. Rueda, S. Y M. Silva, L. 2005. Evaluación de seis especies tropicales de rápido crecimiento en la Huerta, Jalisco. In Memoria del VII Congreso Mexicano de Recursos Forestales del 26 al 28 de octubre del 2005. CONAFOR, SEMARNAT, INIFAP, FIRA. Chihuahua, Chihuahua, México. 9 p. 1 disco compacto.
- Cortez Guido Fernando. 2011. Evaluación dasométrica de una plantación comercial de teca (*Tectona grandis* L.) en Nuevo Urecho, Michoacán. J. Jesús García Magaña y H. Jesús Muñoz Flores. Ingeniero Agrónomo Especialista en Bosques. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Uruapan, Michoacán.
- COMISIÓN NACIONAL FORESTAL-COLEGIO DE POSTGRADUADOS. 2011. Situación actual y perspectivas de las plantaciones forestales comerciales en México. Conafor. 448 p.
- CNEM, 2009. Centro Nacional de Estudios Municipales, Secretaría de Gobernación. Enciclopedia de los Municipios de México. Tomo “Los Municipios de Nayarit”. <http://www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/nayarit/mpios/18011a.htm>. Consultado: Octubre, 2009.
- FAO. 2010. Evaluación de los recursos forestales mundiales . 2010. Informe principal. Estudio FAO Montes. 163. Roma.
- Pérez, L. D., y M. Kanninen. 2002. Estimación del volumen comercial a diámetros y alturas variables para árboles de teca (*Tectona grandis*) en Costa Rica. 12 p.
- Ypushima P., A. I. 2010. Evaluación del contenido nutrimental de Teca (*Tectona grandis* L.F.) en plantaciones forestales de Nayarit, México. Tesis de Maestría en Ciencias de Productos Forestales. Universidad de Guadalajara, Jalisco, México. 85 p.
- Ypushima Pinedo Luisa Alina, Hernández Álvarez Efrén, Salcedo Pérez Eduardo, Rodríguez Anda Raúl, Fregoso Franco Josefina Leticia . 2012. “Desarrollo dasométrico inicial de plantaciones forestales comerciales de *Tectona grandis* L. F. en el Trópico Mexicano”. pp. 211-225. En: Salcedo Pérez Eduardo, Efrén Hernández Álvarez, José Antonio Vázquez García, Teófilo Escoto García, Nancy Díaz Echavarría, Editores. libro *Recursos forestales en el Occidente de México: Diversidad, manejo, producción, aprovechamiento y conservación*. Ediciones Amaya. Guadalajara, Jalisco, México. 395 pp.

# Mecanismo de regeneración de especies vegetales en áreas propensas a incendios forestales en el occidente de México Citar

Susana Zuloaga Aguilar

Laboratorio de Manejo Forestal. Departamento de Ecología y Manejo de Recursos Naturales. Universidad de Guadalajara-CUCSUR. Av. Independencia Nacional 151, C. P. 41900, Autlán de Navarro, Jalisco, México.

## Introducción

El fuego es considerado el disturbio más extendido y frecuente alrededor del mundo (Bond y van Wilgen 1996). Debido a que por cientos de años el fuego ha influido de manera determinante en la distribución, el funcionamiento y la estructura de los ecosistemas propensos a incendios (Bond y Keeley 2005), este es considerado una importante fuerza evolutiva (Pyne *et al.* 1996; Bond y van Wilgen 1996; Bond y Keeley 2005). El efecto directo del fuego sobre la comunidad vegetal es la reducción drástica de su biomasa y la subsecuente puesta en marcha del proceso de sucesión. Sin embargo, en comunidades leñosas propensas a incendios el estado clímax descrito en el modelo Clementsiano de sucesión ordenada y predecible hacia la etapa estable puede ser difícil de observar (Bond y van Wilgen 1996; DeBano *et al.* 1998). Como lo definen DeBano *et al.* (1998), “en comunidades de plantas donde el fuego es parte integral del ambiente natural, el término clímax tiene poco significado, ya que las plantas que persisten son las especies clímax”. Dada la variabilidad en la ruta sucesional post-fuego, se ha propuesto un modelo alternativo para predecir el establecimiento de especies. En este caso, la interacción entre los atributos de historia de vida de las especies y el régimen de fuego definen la respuesta de la comunidad (Nobel y Slatyer 1980; Whelan 1998). Nobel y Slatyer (1980) proponen que en ambientes con frecuentes disturbios, las

historias de vida de las especies vegetales representan un conjunto de atributos que permiten a las plantas sobrevivir y persistir en la comunidad post-disturbio. Por lo que un punto central en el entendimiento de la ecología del fuego, es conocer los atributos y las estrategias que permiten a las especies persistir después de un incendio (DeBano *et al.* 1998). La longevidad de las poblaciones (anuales o perennes), el tiempo para alcanzar la madurez reproductiva, la estrategia regenerativa (rebrotos o semillas) y la persistencia de los propágulos, son algunos atributos que contribuyen a la continuidad de las poblaciones en ambientes sometidos a disturbios frecuentes e impredecibles en el tiempo y el espacio (Nobel y Slatyer 1980; Grime 1989).

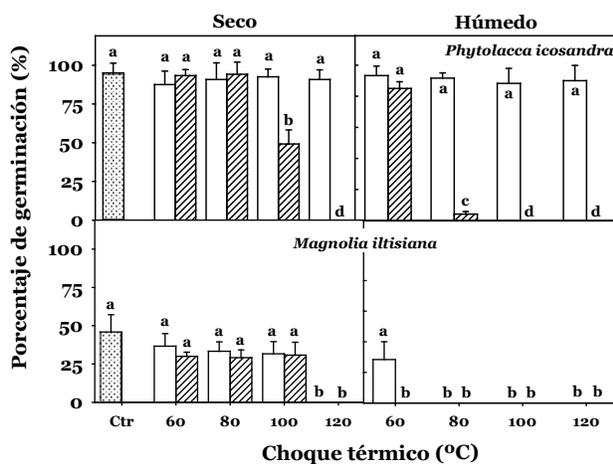
Para especies que se propagan principalmente por vía sexual, la lluvia de semillas o la presencia de un banco de semillas pueden ser las principales estrategias de regeneración post-fuego (Egerton-Warburton 1998; Quintana-Ascencio y Menges 2000; Fenner y Thompson 2005; Keeley *et al.* 2005; Williams *et al.* 2005; Gamboa-de Buen y Orozco-Segovia 2008). En ecosistemas propensos a incendios el choque térmico, el humo y la ceniza son productos del incendio que han demostrado ser efectivos para incrementar la geminación y la riqueza de especies (van Staden *et al.* 2000; Izhaki *et al.* 2000; Abella *et al.* 2007). La tolerancia a altas temperaturas de las semillas de especies que se establecen en pareja propen-

sas a incendios fue comprobado por Zuloaga-Aguilar *et al.* (2010), si bien el 78% de las especies expuestas a un choque térmico incrementaron su germinación, se observó que las semillas de la mayoría de las especies del bosque mesófilo germinan en muy bajos porcentajes (figura 1). Estos mismo autores (Zuloaga-Aguilar *et al.* 2011) demostraron que la interacción de otros productos del incendio como la ceniza y el humo junto con el choque térmico, puede incrementar la germinación de especies típicas del bosque de pino-encino (figura 2).

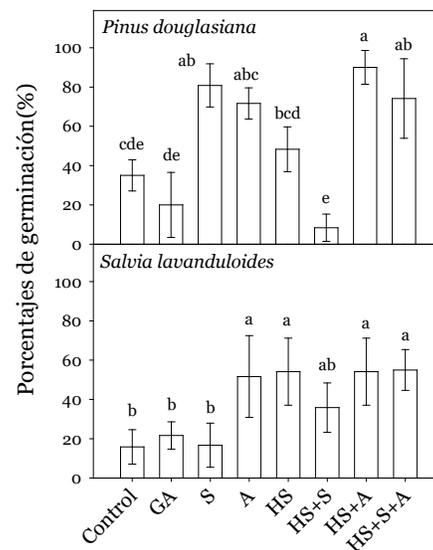
El disparo de la germinación de semillas latentes en el banco de semillas debido a los productos del incendio (choque térmico, humo y ceniza) es una estrategia de persistencia frecuentemente reportada en diferentes ecosistemas propensos a incendios (Baskin and Baskin, 1989; Hill and French, 2003; Izhaki *et al.*, 2000; Keeley and Fotheringham, 2000; Williams *et al.*, 2005). Sin embargo, la sobrevivencia o muerte de las semillas almacenadas en el suelo tras de

paso de un incendio, depende de la tolerancia a altas temperaturas, el tipo de latencia y la ubicación de la semilla en el perfil del suelo. Por ejemplo, Zuloaga-Aguilar (2010) reporta como el efecto inmediato del fuego se traduce en el disparo de la germinación de las semillas almacenadas en el suelo a pocos centímetros del suelo en una quema prescrita en un bosque de mixto de pino-encino. El banco de semillas juega un papel importante en la dinámica de las comunidades vegetales, su función principal es la regeneración poblacional (Thompson 1992), a través del reemplazo poblacional (*e.g.* anuales), o como recurso de regeneración post-disturbio (Grime 1989). Para comprender la manera en que el fuego afecta el banco de semillas, es necesario conocer la dinámica del mismo y las características de las semillas que les permiten sobrevivir y contribuir a la regeneración post-disturbio (DeBano *et al.* 1998).

La regeneración vegetativa post-incendio ha sido un área poco estudiada dentro



**Figura 1.** Porcentajes de germinación de semillas expuesta a un choque térmico húmedo y seco por cinco minutos (sin achurado), una hora (líneas inclinadas) y control (Ctr). (Zuloaga-Aguilar *et al.* 2010).



**Figura 2.** Porcentajes de germinación de semillas expuesta ácido giberelico (AG3), choque térmico (HS), húmedo (S), ceniza (A) más su interacción y control (Zuloaga-Aguilar *et al.* 2011).

de la ecología del fuego. Si bien, la capacidad de rebrotar se ha asociado a ambientes propensos a incendios, esta asociación no es clara debido a que esta es una característica ampliamente distribuida en el reino vegetal y entre comunidades sujetas a diferentes disturbios. De hecho, Pausas *et al.* (2004) encuentran que aún en ambientes propensos a incendios intensos, la capacidad de rebrotar de las poblaciones es altamente variable. Lo anterior se debe a que, la capacidad de rebrotar puede estar influenciada por el estado fisiológico de la planta al momento del incendio, por la temporada del incendio y la frecuencia de ocurrencia (Drewa *et al.* 2002). La reproducción vegetativa puede tener un papel importante en la regeneración natural post-fuego, ya que los individuos capaces de rebrotar mantienen parches que ocupan de nuevo tras el disturbio, y presentan un rápido incremento en cobertura tras un incendio (Trabaud 1987; Fúle *et al.* 2000). Por otro lado, Las estrategias regenerativas, sexual y vegetativa pueden contribuir a la capacidad de resiliencia (capacidad de un sistema para regresar a su estado anterior al disturbio) de la comunidad e influir en la ruta sucesional de las áreas propensas a incendios (Trabaud 1987; Fúle *et al.* 2000; Carr 2008; Franklin *et al.* 2006; Moya *et al.* 2008). Por tal razón, un mejor conocimiento de la interacción entre el fuego y los atributos de las especies es necesario para entender cómo la dinámica de una comunidad vegetal es afectada por el fuego.

Existe un importante rezago en el conocimiento de la ecología del fuego en zonas subtropicales de montaña de Norteamérica, donde los bosques de pino o pino-encino son abundantes (Trabaud 1987; Keeley 1987; Gill y Catling 2002) y que además, se encuentran interactuando con el bosque mesófilo de montaña uno de los ecosiste-

mas más diversos de México. Ya que la mayoría de los trabajos sobre ecología del fuego en bosques se han desarrollado en zonas templadas, la presente propuesta de investigación pretende hacer una contribución original al conocimiento del efecto del fuego en la regeneración de las especies y dinámica del banco de semillas de los bosques subtropicales de montaña. Es posible que, la mezcla de historias de vida de esta flora particular, se desarrollen patrones complejos en la dinámica del banco de semillas con respecto a los ciclos y tipo de latencia, longevidad, requerimientos especie-específicos de germinación y la capacidad de rebrotar en respuesta al fuego. La originalidad del proyecto se centra en la generación de información básica sobre patrones ecofisiológicos y de regeneración en respuesta a una importante fuerza de selección natural como es el fuego. El tema es relevante, ya que en el marco del cambio climático se espera un incremento en la frecuencia de incendios, en la extensión de las áreas incendiadas y cambios en la temporalidad en la ocurrencia de incendios, alrededor del mundo, por lo que resulta esencial caracterizar los atributos fisiológicos y crecimiento de las especies vegetales asociados a la respuesta al fuego y así contar con información básica que nos ayude a predecir los futuros cambios y el impacto sobre los recursos forestales. Por lo que el objetivo del proyecto de investigación es, describir las estrategias de regeneración que permiten a las especies persistir y responder a cambios en el régimen de incendios en bosques subtropicales de montaña del occidente de México.

### Líneas de investigación

- Evaluación de la capacidad de regeneración vegetativa de especies arbustivas del bosque de pino-encino.

- Longevidad del banco de semillas en el suelo en áreas forestales propensas a incendios.
- Efecto de los productos del incendio sobre la germinación de especies de bosques con diferentes regimenes de incendios.

## Referencias bibliográficas

- Abella S, J Springer, W Covington. 2007. Seed bank of Arizona *Pinus ponderosa* landscape: responses to environmental gradients and fire cues *Canadian Journal of Forest Research* **37**: 552-567.
- Baskin J, C Baskin. 1989. Physiology of dormancy and germination in relation to seed bank ecology. In: Leck M, Parker V, Simpson R (eds) *Ecology of soil seed banks*, Academic Press, INC, San Diego, California, pp. 53-66.
- Bond WJ, JE Keeley. 2005. Fire as a global herbivore: The ecology and evolution of flammable ecosystems. *Trends in Ecology and Evolution* **20**: 387-394.
- Bond WJ, BW van Wilgen. 1996. 'Fire and Plants'. (Chapman and Hall: London).
- Carr C. 2008. An Evaluation of understory vegetation dynamics, ecosystem resilience and state and transition ecological theory in an Eastern Oregon ponderosa pine forest. Head of the Department of Rangeland Ecology and Management. Oregon State University, Oregon, p. 260.
- Drewa PB, WJ Platt, EB Moser. 2002. Fire effects on resprouting of shrub in headwaters of southeastern longleaf pine savannas. *Ecology* **83** (3): 755-767.
- Egerton-Warburton L. 1998. A smoke-induced alteration of the sub-testa cuticle in seeds of the post-fire recruiter, *Emmenanthe penduliflora* benth. (Hydrophyllaceae). *Journal of Experimental Botany* **49**: 1317-1327.
- Fenner M, K Thompson. 2005. *The Ecology of Seeds*. Cambridge, University Press. United Kingdom.
- Franklin J, L Spears-Lebrun, D Deutschman, K Marsden. 2006. Impact of a high-intensity fire on mixed evergreen and mixed conifer forests in the Peninsular Ranges of southern California, USA. *Forest Ecology and Management* **235**: 18-29.
- Fúle P, A García-Arévalo, W Covington. 2000. Effects of an intense wildfire in a Mexican oak-pine forest. *Forest Science* **46**: 52-61.
- Gamboa-deBuen A, A Orozco-Segovia. 2008. Hydrophyllaceae seed and germination. *Seed Science and Biotechnology* **2** 15-26.
- Gill A, P Catlin. 2002. Fire regimes and biodiversity of forested landscapes of southern Australia. In: Bradstock R, Williams J, Gill M (eds) *Flammable Australia*, Cambridge University Press Cambridge, pp. 351-369.
- Grime JP. 1989. Seed bank in ecological perspective. In: Leck M, Parker V, Simpson R (eds) *Ecology of soil seed bank*, Academic Press, INC, San Diego, California, pp. xv-xxii.
- Izhaki I, N Henig-Sever, G Ne'eman. 2000. Soil seed bank in Mediterranean Aleppo pine forest: the effect of heat, cover an ash on seedling emergence. *Journal of Ecology* **88**: 667-675.
- Keeley J, C Fotheringham. 2000. Role of regeneration from seed. In: Fenner M (ed) *Seed. The ecology of regeneration in plant communities*, CABI publishing, London, pp. 311-328.
- Keeley J, T McGinnis, K Bollens. 2005. Seed germination of Sierra Nevada postfire chaparral species *MADRON* **52**: 175-181.
- Menges E, C Weekey, O Gaoue. 2006. Population viability analysis and fire return intervals for an endemic Florida scrub mint. *Biological Conservation* **127**: 115-127.
- Moya D, J De Las Heras, F López-Serrano, V Leone. 2008. Optimal intensity and age of management in young Aleppo pine stands for post-fire resilience. *Forest Ecology and Management* **255**: 3270-3280.
- Nobel I, R Slatyer. 1980. The use of vital attributes to predict successional changes in plant communities subject to recurrent disturbances *Vegetatio*: 5-21.
- Pausas J, R Bradstock, D Keith, J Keeley, The GCTE (Global change of terrestrial ecosystems) Fire Network. 2004. Plant functional traits in relation to fire in crown-fire ecosystems. *Ecology* **85** 1085-1100.
- Pyne S, P Andrews, R Laven. 1996. *Introduction to wildland fire*. John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Quintana-Ascencio P, E Menges. 2000. Competitive abilities of three narrowly endemic plant species in experimental neighborhoods along fire gradient. *American Journal of Botany* **87**: 690-699.
- Thompson K, J Grime. 1979. Seasonal variation in the seed bank of herbaceous species in ten contrasting habitats. *Journal of Ecology* **67**: 893-921.
- Trabaud L. 1987. Natural and prescribed fire: survival strategies of plants and equilibrium in Mediterranean ecosystems. In: Tenhunen *et al.* (eds)

- Plant response to stress*, Springer-Verlag, Berlin, pp. 609-621.
- van Staden J, N Brown, A Jager. 2000. Smoke as a germination cue. *Plant Species Biology* **15**: 167-178.
- Williams P, R Congdon, A Grice, P Clarke. 2005. Germinable soil seed banks in a tropical savanna: seasonal dynamics and effects of fire. *Austral Ecology* **30**: 79-90.
- Zuloaga-Aguilar MS. 2010. Efecto del fuego sobre la germinación y el banco de semillas de bosques templados de occidente de México. Tesis de Doctorado. Instituto de Ecología A.C. Xalapa, Ver. 215 pp.
- Zuloaga-Aguilar MS, O Briones, A Orozco-Segovia. 2010. Effect of heat shock on germination of 23 plant species in pine-oak and montane cloud forests in Western Mexico. *International Journal of Wildland Fire* **19**: 759-773.
- Zuloaga-Aguilar MS, O Briones, A Orozco-Segovia. 2011. Seed germination of montane forest species in response to ash, smoke and heat shock in México. *Acta Oecologica* **37**: 256-262.

# Probabilidad de rebrote de un encinar postincendio del área natural protegida La Primavera, Jalisco, México Citar

José Adalberto Arias Menaut<sup>1</sup>✉, Miguel Olvera Vargas<sup>1</sup>, Blanca Figueroa Rangel<sup>1</sup> y Agustín Gallegos Rodríguez<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ecología y Recursos Naturales, Universidad de Guadalajara-CUCSur. Av. Independencia Nacional 151. Col Centro, Autlán de la Grana, Jalisco, México 48900.

<sup>2</sup>Departamento de Producción Forestal, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Camino Ing. Ramón Padilla Sánchez No. 2100, La Venta del Astillero, 45221, Zapopan, Jalisco, México.

✉ [adalberto114@hotmail.com](mailto:adalberto114@hotmail.com)

## Introducción

Los encinos o robles (*Quercus*: Fagaceae Dumortier) pueden reproducirse generando brotes o clones. Estos clones pueden provenir de árboles enfermos, tocones o raíces alejadas cuando las perturbaciones son muy frecuentes, aún en distintas calidades de sitio (Johnson 1977) y en épocas de inactividad o periodo de latencia (Wendel 1975). Por lo general los rebrotes de encino crecen de manera acelerada, ya que el sistema radicular responde de manera inmediata al retirar el fuste o después de una perturbación. Los rebrotes de encino originados a partir de tocones provenientes de las cortas pueden formar nuevos rodales. La mayoría de los árboles que rebrotan pertenecen al grupo de las latifoliadas, aunque también se presentan rebrotes en algunas coníferas como *Sequoia sempervirens*.

El uso de rebrotes de encino con fines de restauración puede ser más rentable y efectivo que el establecimiento de plantaciones. Las especies rebrotadoras son más persistentes y tienen más probabilidad de permanencia bajo regímenes de fuego que las semilleras obligadas (Del Tredici 2001). El tamaño y la edad del individuo influyen sobre el efecto de rebrote. Las comunidades de plantas leñosas se ven marcadas por la

naturaleza de las perturbaciones, la regeneración vegetativa o rebrote es la respuesta predominante.

El fuego ha estado envuelto en la evolución y la ecología de la vida terrestre (Bowman y Murphy 2010), forma parte de múltiples ecosistemas forestales y ambientes en los cuales ha evolucionado la biota (Wojtkowski 2006). La inflamabilidad provocó la adaptación de múltiples estructuras vegetales reproductivas como rizomas, brotes y conos serótinicos (Mutch 1970). La exclusión del fuego puede ser perjudicial para los ecosistemas forestales; sin embargo, bajo las condiciones y prácticas actuales, tiene el potencial de transformarlos drásticamente. Los encinos, los pinos y los eucaliptos son considerados árboles dominantes resistentes, bien adaptados al fuego.

En las últimas décadas el Área de Protección de Flora y Fauna La Primavera, en el occidente de México, se ha visto fuertemente presionada debido a la visita pública, la urbanización, el pastoreo y en mayor medida por la ocurrencia de incendios forestales frecuentes. Se realizó el presente estudio para determinar la clase diamétrica con mayor capacidad de rebrote de *Quercus resinosa* Liebm., dada la frecuencia e intensidad de los incendios forestales.

## Métodos

### Área de estudio

El Área de Protección de Flora y Fauna La Primavera (APFFLP), se ubica entre los paralelos 20° 32' a 20° 44' N y 103° 28' a 103° 42' W. Su intervalo altitudinal varía entre 1320 a 2260 msnm y cubre una superficie aproximada de 30,500 hectáreas. El clima es del tipo templado subhúmedo  $C(w_2)(w)$  y semicálido subhúmedo (A)  $C(w_1)(w)$ ; la precipitación fluctúa entre los 900 y 1000 mm con 60-89 días de lluvia. La temperatura máxima y mínima es de 30 °C y 15 °C. La vegetación arbórea dominante del APFFLP esta compuesta por mezclas de pino-encino y encino-pino.

El estudio se realiza en la parte central del APFFLP, en el paraje conocido como cerro el Pedernal (1960 msnm). El área de estudio presenta rocas ígneas vítreas y un regosol eútrico pedregoso de textura gruesa en los primeros 30 cm. Este paraje tuvo en su momento una cobertura arbórea densa, pero fue afectado por un incendio severo en abril de 2005, se caracteriza por presentar regeneración vegetativa de encino (*Quercus resinosa* y *Q. viminea*) y regeneración natural de pino (*Pinus oocarpa*).

### Diseño del muestreo

En 2009 se establecieron sitios permanentes adaptando la metodología propuesta por Olvera *et al.* (1996), con el objetivo de evaluar el desarrollo de la masa forestal a partir de rebrotes. Las variables observadas por individuo son: diámetro normal o en su defecto diámetro del tocón o muñón (en ausencia de diámetro normal se utilizó la siguiente constante:  $y = 0.791231x$ , donde,  $x$ , diámetro del tocón [g.l. = 24,  $R^2 = 0.9584$ ,  $p < 0.05$ ]), número de rebrotes por árbol y altura del rebrote dominante. El diámetro mínimo para este último fue de 1.9 cm a 0.20 m de altura. La relación alométrica de rebrotes dominantes de *Quercus resinosa* en el área de estudio esta dada por la siguiente ecuación:  $D_{0.2m} = 2.7685 + 0.5h^{1.9181}$ , donde,  $D_{0.2m}$ , diámetro a 0.20 m de altura y  $h$ , altura en metros.

## Resultados

### Árboles muertos con rebrotes versus árboles vivos con rebrotes

Se comparó la tasa de rebrote de *Quercus resinosa* en dos tratamientos (árboles afectados por el fuego y árboles sin daños considerables). Se obtuvo una muestra de 64 individuos, entre árboles vivos, muertos



De izquierda a derecha: rebrotes postincendio de *Quercus sp.*, clareo de rebrotes de *Quercus sp.* y medición de rebrote dominante. Fotos: Adalberto Arias Menaut y Fernando Rodríguez Ureña.

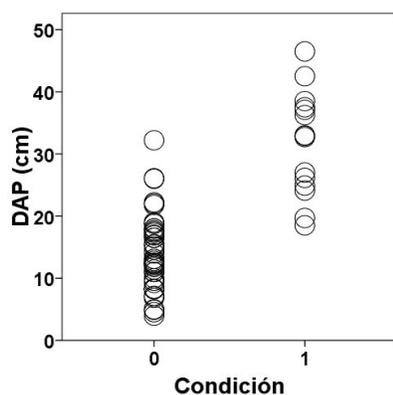
en pie y tocones. El porcentaje de árboles afectados por el fuego (0) fue del 76 %, en comparación con los árboles dañados parcialmente o que no sufrieron daños considerables (1), con 24 % (Fig. 1); del mismo modo, el diámetro normal fue de 13.95 y 31.82 cm [error estándar: 5.99 y 8.21 cm, respectivamente; g. l. = 62,  $t = 7.809$ ,  $p < 0.001$  (Fig. 1)]. Los árboles afectados por el fuego presentaron 2.53 rebrotes (error estándar: 1.52 rebrotes), en comparación con los que no sufrieron daños considerables con 0.33 rebrotes (error estándar: 0.72 rebrotes), encontrándose diferencias significativas [g. l. = 63,  $U = 76.5$ ,  $p < 0.001$  (Fig. 2A)]; así mismo, el diámetro a los 20 centímetros ( $D_{0.20}$ ) 9.61 y 7.35 cm [error estándar: 1.92 y 4.36 cm, respectivamente (Fig. 2B)]. El área basal de rebrotes dominantes en árboles afectados por el fuego y en los que no sufrieron daños considerables: 48.26 y 34.66 cm [error estándar: 37.86 y 9.83 cm, respectivamente (Fig. 2C)] y la altura de los mismos: 4.44 y 2.57 m [error estándar: 0.67 y 1.34 m, respectivamente; g.l. = 46, ANOVA,  $F = 19$ ,  $p < 0.001$  (Fig. 2D)].

### Clase diamétrica y probabilidad de rebrote

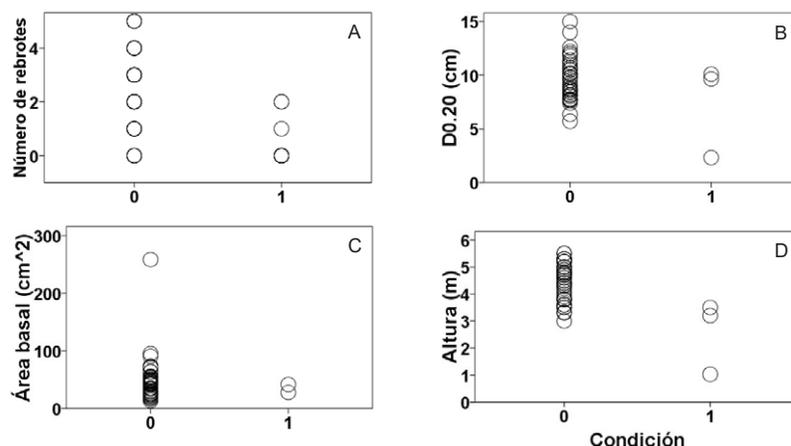
De una muestra de 45 árboles menores de 20 cm de diámetro normal, el 95% resultaron afectados por el fuego; en comparación con los 17 individuos muestreados de 20-40 cm de diámetro normal, con 35 %. En el Cuadro 1 se muestra el diámetro normal y el número de rebrotes por árbol; el diámetro a los 20 centímetros y el área basal de rebrotes dominantes entre árboles vivos y muertos de ambas categorías.

### Discusión y conclusiones

El porcentaje de mortalidad en las clases diamétricas 0-20 y 20-40 fue de 95.55 y 35.29 %. Esta tendencia se revierte en el pino ponderosa (*Pinus ponderosa* Dougl.) del parque nacional *Crater Lake* en Estados Unidos (25 %, en clases diamétricas de 25 cm, versus, 50 %, en diámetros de 135 cm; Swezy y Agee 1991). Como regla general, los incendios de gran intensidad matan árboles de todos los tamaños (Frelich 2008). La capacidad de resistir incendios forestales en el área de estudio de *Q. resinosa*, se



**Figura 1.** Diámetro en centímetros a 1.3 m (DAP) de árboles afectados por el fuego (0) y árboles sin daños considerables (1).



**Figura 2.** Número de rebrotes (a), diámetro a 0.20 m de rebrotes dominantes (b), área basal de rebrotes dominantes (c) y altura de rebrotes dominantes (d), en árboles afectados por el fuego (0) y sin daños considerables (1) de *Quercus resinosa*.

**Cuadro 1.** Características de árboles y rebrotes dominantes en dos categorías diamétricas de *Quercus resinosa*.

	n	DAP (cm)	Rebrotes		
			#	D <sub>0.20</sub> (cm)	Área basal (cm <sup>2</sup> )
Categoría <20 cm	45	12.7 ± 4.49	2.6 ± 1.46	9.67 ± 1.93	48.77 ± 38.94
Árboles vivos	2	19.1 ± 0.84	1 ± 1.41	9.65	27.71
Árboles muertos	43	12.41 ± 4.37	2.67 ± 1.44	9.67 ± 1.96	49.30 ± 39.29
Categoría 20-40 cm	17	29.43 ± 5.86	0.7 ± 1.31	8.06 ± 3.08	38.62 ± 15.59
Árboles vivos	11	31.82 ± 5.39	0.27 ± 0.64	6.02 ± 5.49	41.68
Árboles muertos	6	25.05 ± 4.02	1.5 ± 1.87	8.99 ± 1.52	37.87 ± 17.9

DAP = diámetro a la altura del pecho (1.3 m), #, número de rebrotes por individuo, D<sub>0.20</sub> = diámetro a 0.2 m del rebrote dominante, h = altura del rebrote dominante, ±, desviación estándar.

incrementa con el diámetro del árbol, entre las clases diamétricas 20 a 40. Los rebrotes de *Quercus resinosa* juegan un rol vital en la repoblación forestal en términos de efectividad. *Q. resinosa* tiene una estrecha relación con el fuego, como muchas rebrotadoras leñosas. El factor más importante en la capacidad de rebrote postincendio de *Q. resinosa* es la talla del árbol. El rebrote de *Q. resinosa* en el área de estudio se incrementa entre los 10 y 20 cm de DAP; por otro lado, disminuye entre los 30 y 40 cm de DAP. Nuestros resultados arrojan la necesidad de incorporar la regeneración vegetativa y los procesos naturales al manejo forestal de las áreas naturales protegidas.

### Referencias bibliográficas

Bowman, M. J. S. y B. P. Murphy. 2010. *Fire and biodiversity*. pp. 163-180, En: Sodi, N. S. y P. R. Ehrlich. *Conservation biology for all*. Oxford University Press, Oxford, UK. 358 pp.

Del Tredici, P. 2001. Sprouting in temperate trees: a morphological and ecological review. *The Botanical Review* 67: 121-140.

Frelich, L. E. 2008. *Forest dynamics and disturbance regimes: studies from temperate evergreen-deciduous forests*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

Johnson, P. S. 1977. *Predicting oak stump sprouting and sprout development in the Missouri Ozarks*. USDA For. Serv. Res. Pap. NC-149. North Cent. For. Exp. Stn. St. Paul.

Mutch, R. W. 1970. Wildland fires and ecosystems—a hypothesis. *Ecology* 51: 1046-1051.

Swezy, D. M. y J. K. Agee. 1991. Prescribed-fire effects on fine-root and tree mortality in old-growth ponderosa pine. *Can. J. For. Res.* 21: 626-634

Wendel, G. W. 1975. *Stump sprout growth and quality of several Appalachian hardwood species after clearcutting*. USDA For. Serv. Res. Pap. NE-329. North East. For. Exp. Stn. Upper Darby.

Wojtkowski, P. A. 2006. *Undoing the damage: silviculture for ecologists and environmental scientists*. Science Publishers, Enfield. 313 pp.

# Primer registro para *Coleosporium* asociado a la roya de las acículas de los pinos en el Área de Protección de Flora y Fauna “La Primavera”, Jalisco, México Citar

Luz Elena Claudio García<sup>1</sup>✉, Fidel Góngora Rojas<sup>3</sup> y Sandra Luz Toledo González<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ciencias Ambientales. <sup>2</sup>Departamento Forestal. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Camino Ing. Ramón Padilla Sánchez No. 2100, La Venta del Astillero, 45221, Zapopan, Jalisco, México.

<sup>3</sup>Departamento Forestal, Universidad Pinar del Río, calle José Martí 270 esq. a 27 de Noviembre, Pinar del Río, Cuba.

✉ luzelenaclaudio@gmail.com

## Introducción

*Coleosporium* Lév. (Pucciniomycetes: Pucciniales: Coleosporiaceos), causante de diversas royas, está ampliamente distribuido en toda Europa, Argelia, Marruecos, Canarias, Siria, Japón Himalaya y Filipinas (Torres, 1993). En China se conocen 48 especies de pino y todas presentan problemas por este hongo, además afecta a 57 géneros de monocotiledóneas y dicotiledóneas (Pan Xueren *et al.*, 1993). Reportado en Corea en pinos a bajo de quince años de edad (Gao Yunahi, 2010). También ha sido citado en América del Norte y Sur (Romero, 1988), en pinos de Argentina por González *et al.*, (2002) y México (Cibrián *et al.*, 2007).

La temperatura para germen de las esporas de diversos es el siguiente: aeciosporas 10-27 °C, la temperatura óptima de 25 °C; uredosporas 20-30 °C, la temperatura óptima de 22 °C; basidiosporas 10-25 °C, la temperatura óptima 20 °C. La primavera es una oportuna para prevenir y curar la enfermedad (Gao Yunahi, 2010).

Algunos métodos de prevención de esta enfermedad son para plantar árboles en las laderas, dejando suficiente espacio entre los árboles al momento de plantar y man-

tener la vegetación secundaria bajo control en todo para fomentar buena circulación de aire alrededor de la base de los árboles, incluso en la madurez. Otras opciones son el control de los hospederos alternativos y la poda antes de agosto de cada año, (Torres, 1993).

De acuerdo con Xue Yu *et al.* (1996) este hongo a partir de la infección por un tipo de aeciosporas, pueden producirse varios tipos de teliosporas, por lo que según su estudio no es confiable clasificar las royas de acuerdo con las estructuras; por lo que recomienda establecer las bases para taxonomía molecular para esas fases.

La forma acícola afecta a la mayoría de las especies de pinos (Torres, 1993 y Agostino *et al.*, 2005), provocando las royas en los mismos (Agrios, 2005) preferentemente en *Pinus silvestri*, *P. pinaster*, *P. laricio* y *P. jalepensis* (Torres, 1993). La mayoría de las especies de la roya necesita tanto una aguja de pino y una gran cantidad herbáceas para completar su ciclo de vida (Romero, 1988). Según el propio autor, este hongo vive en pinos de dos y tres agujas, sobre todo en las hojas más viejas de los árboles jóvenes o pinos débiles en particular de pinos rojos.

En el Área de Protección y Flora “La Primavera”, el género *Pinus* es parte de la flora más importante que componen la vegetación (Curiel *et al*, 1987), presentan visibles daños por la roya de las acículas, por lo que es prioridad identificarlos, con el fin de coadyuvar a la apertura en el Programa de Manejo de acciones de monitoreo y control fitosanitario que permita un manejo fitosanitario apropiado que garantice contar con ecosistemas sanos (Claudio, 1999).

Objetivo: Identificar el hongo patógeno asociado a la roya de las acículas del género *Pinus* en el Área de Protección de Flora y Fauna “La Primavera”, Jalisco, México.

## Materiales y métodos

Colecta del material vegetal en el campo para el diagnóstico. En recorridos de campo, se tomaron muestras de todas las partes aéreas que presentaron signos o en las cuales se creyó factible encontrar al patógeno causal de la roya de las acículas y se trasladaron en una prensa botánica para su herborización para tenerlas en buenas condiciones para cortes histológicos (Claudio y Vicente, 1990).

Identificación de patógenos fúngicos a través de su morfología. El primer acercamiento a la identificación del hongo se realizó mediante observaciones directas a simple vista y con una lupa; esto fue hecho en el lugar de la colecta o una vez que se inició el proceso de identificación en el laboratorio. Posteriormente, se realizaron cortes del tejido ya sea directamente con un escarpelo o utilizando el micrótomo y se realizaron las preparaciones en fresco o húmedas. El medio de montaje para las preparaciones en fresco fueron lactofenol, lactovaselina, lacto-gel, glicerina y bálsamo

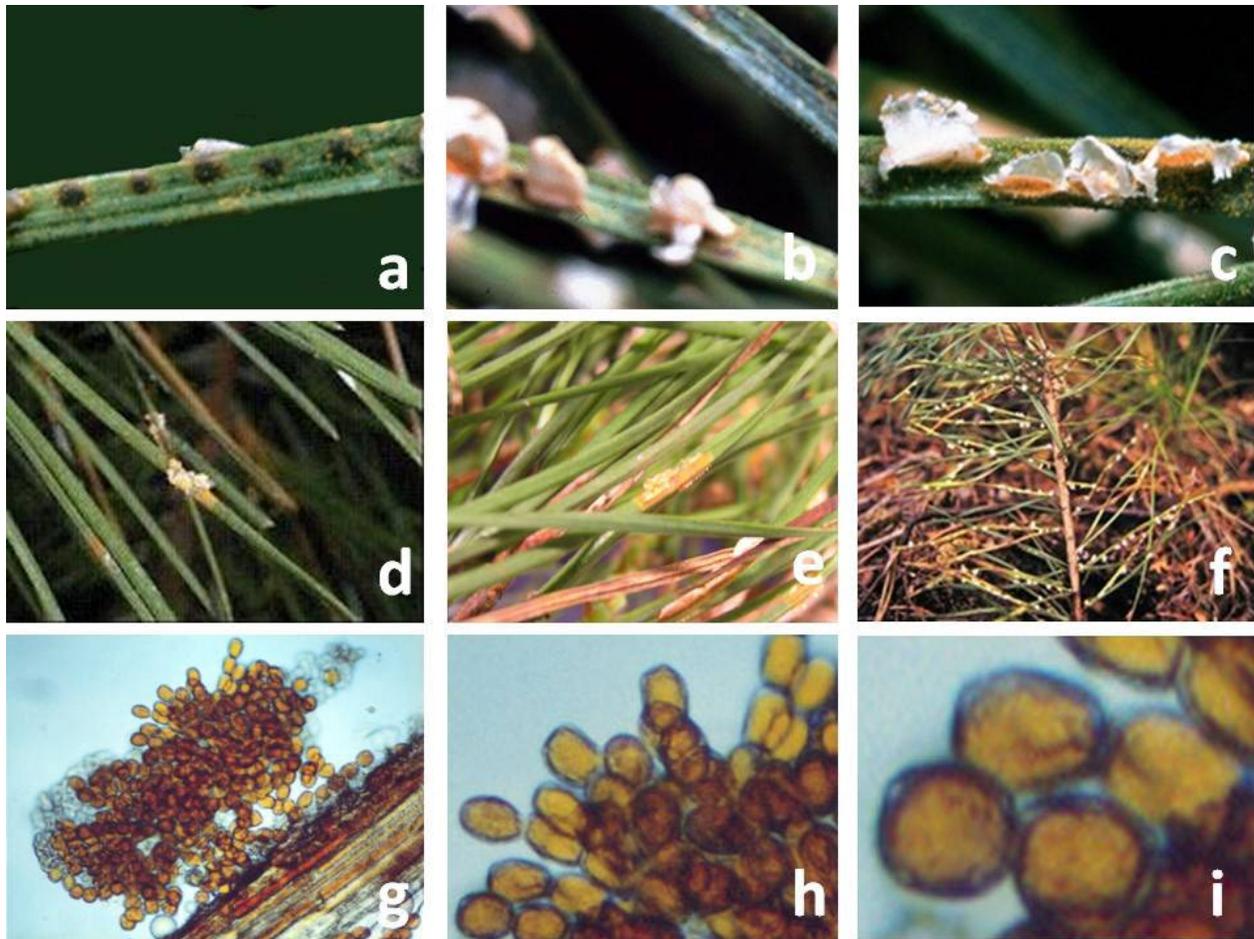
de Canadá. Las preparaciones en fresco, se observaron con el microscopio óptico de campo claro para la observación de hifas, esporas y cuerpos fructíferos. La identificación de los hongos se realizó a través de claves taxonómicas.

## Resultados

Se aisló *Coleosporium sp* de las acículas de evaluadas los géneros *P. oocarpa* Schiede ex Schltdl., *P. douglassiana* Martínez., *P. devoniana* Lindley., correspondiendo a las características de roya de la acículas, siendo éste el primer reporte de estos patógenos para el Área de Protección de Flora y Fauna de “La Primavera”.

Signos, ciclo biológico y morfología de *Coleosporium sp*. Según los resultados obtenidos, la roya está asociada con *Coleosporium sp.*, el ciclo de la enfermedad es *heterocíclica* y puede comenzar en otoño, cuando en los pinos (considerado el hospedero alterno) en las hojas más viejas o débiles (propiciadas en este sitio por los suelos pobres susceptibles a erosión y nulo manejo) comienza la infección por las *teliosporas* que se producen en el huésped primario (aún no detectada en este sitio) y pasan ahí el invierno. En la primavera siguiente cuando comienza la época de crecimiento, pero antes de comenzar las lluvias, en los pinos se observan en las acículas infectadas signos muy severos manifestados por manchas o puntos cloróticos (figura 1a) distribuidas a lo largo de toda la acícula que crecen rápidamente en forma irregular (comenzando la fase I de la roya).

En los puntos cloróticos comienza a formarse en mayo-junio los cuerpos fructíferos (*aecios*) muy visibles a simple vista, que como se observa en la figura 1b, se aseme-



**Figura 1.** En la figura *a* se observa el inicio de la enfermedad con puntos definidos que le continúan a la clorosis de las acículas; *b*: se observa el crecimiento de los cuerpos fructíferos; *c*: se nota el desgarre longitudinal para la liberación de las esporas; *d*, *e* y *f*: apariencia de las acículas infectadas; *g*: corte longitudinal de un cuerpo fructífero; *h*: conjunto de esporas; *i*: detalle de esporas. Fotografías: Luz Elena Claudio García.

jan a pequeñas ampollas, blanca-rosadas a amarillo pálido, delicadas, protuberantes y comprimidas lateralmente de 1 a 4 mm de longitud en la base de unión con la acícula y de 2 a 3 mm de altura y de cima plana, que parecen pequeñas alas cortas y planas (siendo el mejor momento para identificarlas) distribuidas a todo lo largo de las acículas; que cuando maduran en verano con las lluvias (julio), se abren irregularmente, dejando una apariencia de desgarre en el cuerpo fructífero (figura 1*c*) para dejar salir las masas de esporas (*aeciosporas*), de intenso y brillante color naranja (figuras 1*g*, *h*, e *i*).

Cuando la producción de los cuerpos fructíferos es muy abundante, se unen entre ellos en su base con la acícula y los pinos parecieran cambiar de color verde al blanca-rosadas a amarillo pálido dado por los cuerpos fructíferos. Las hojas severamente afectadas se vuelven de color marrón y mueren prematuramente causando la defoliación de las acículas afectadas. Las *aeciosporas* son arrastradas por el viento e infectan las hojas del hospedante primario en septiembre. Las *aeciosporas* producidas en los pinos infectan al hospedero primario (hasta ahora desconocido en esta área) donde seguramente forman *uredias* y *uredosporas*.

ras de la fase II, y las *teliosporas* de la fase III, que posteriormente infectan al pino y dan inicio a la fase O, completando el ciclo.

Es necesario buscar en otoño los signos reportados para los hospederos primarios; donde probablemente se localice las *uredosporas* anaranjadas y a finales o principios de invierno las *teliosporas* naranjas, sobre especies del género *Aster* como *A. brevilingulatus*, *A. spinosus*, *A. subulatus* y *A. xylopodum*.

Por tratarse de un patógeno obligado (*holobiótrofo*), no se cultivó y no se reporta morfología colonial en medios artificiales.

## Discusión

La descripción de la fase O, I, y el comienzo de la fase II de la roya tanto en el patógeno como en meses de años de su aparición coincide con lo reportado para otras especies de pino por Romero (1988), Torres (1993), Xueren (1993), Agostino (2005) y Yunahi (2010).

Respecto a la fase II y III la literatura reporta que las *aeciosporas* producidas en los pinos infectan al hospedero primario (hasta ahora desconocido en esta área) donde seguramente forman *uredias* de la fase II. Las *uredosporas* (fase asexual) diseminan la enfermedad en el mismo hospedante para desarrollar *telias*, que Romero (1988) reporta como cerosas de color café rojizo y de apariencia costrosa; cuando las *teliosporas* (fase sexual) se forman y germinan (fase III), las *esporidias* infectan las acículas de pinos donde invernan según Torres (1993), dando inicio la fase O, completando el ciclo biológico anual de la roya *heteroica* producida por *Coleosporium*. Algunas especies de *Coleosporium* sobreviven por más de un año

como micelio en el tejido vivo de la sede de pino según Agostino (2005).

El hongo está reportado por Romero (1988) y Agostino (2005) para pinos de dos y tres agujas en particular de pinos rojos, Sin embargo en el APFFLA, se detectó la presencia en *Pinus oocarpa* Schiede ex Schltdl (ocote/pino amarillo/pino avellano) que presenta fascículos de cinco acículas según Ávila, (2003); al igual que *P. douglassiana* Martínez., y *P. devoniana* Lindley.

## Conclusiones

Se identificó *Coleosporium sp* causante de la roya de las acículas en las especies *Pinus oocarpa*, *P. douglassiana* y *P. devoniana*. La fase aecial de la roya por *Coleosporium sp* se reporta sólo como patógeno de pinos de tres agujas; sin embargo, en el presente trabajo se reporta como patógeno de *Pinus oocarpa* que presenta fascículos de cinco acículas. La roya por *Coleosporium sp* es probable que tenga una fórmula O, I, II y III, donde el pino es el hospedero alterno en su fase O y I y probablemente especies de compuestas del género *Aster*, sean el hospedante primario para desarrollar la fase II y III.

## Recomendaciones

Se recomienda buscar en otoño el hospedante primario de la roya de las acículas por *Coleosporium sp* sobre especies de compuestas del género *Aster*. como *A. brevilingulatus*, *A. spinosus*, *A. subulatus* y *A. xylopodum*.

## Referencias bibliográficas

- Agostino, J.P.; Stehr A.; Esskiviski E.; y Toloza R. 2005. Diagnóstico de Problemas Fitosanitarios Detectados en Plantaciones Forestales de Pino, Eucaliptos y Araucarias de Misiones y Norte de Corrientes. Jornadas de Protección Forestal, Argentina.
- Agrios, G.N. 2005. Plant Pathology. Academic Press. (Fifth Edition). 920 p.
- Ávila, F.R.I. 2003. Evaluación del Estado y Crecimiento Inicial de Cuatro Especies Prioritarias (*Pinus maximinoi* H.E. Moore, *Pinus caribaea* Morelet, *Pinus oocarpa* Schiede y *Tectona grandis* L.F.), del Programa de Incentivos Forestales en la Región 2, en los Departamentos de Alta y Baja Verapaz, Guatemala. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza para el Desarrollo y la Conservación. Escuela de Postgrado. Turrialba, Costa Rica.
- Cibrián, T.D.; Alvarado R.D.; y D.S. García. 2007. Enfermedades Forestales en México/Forest Diseases in México. Universidad Autónoma Chapingo. México.
- Claudio, G. L. E. 1999. Enfermedades Foliares en *Pinus* spp y *Quercus* spp del Área Natural Protegida Bosque “La Primavera”, Jalisco, México. Revista de Fitopatología. Vol. 34. No 4. Lima Perú.
- Claudio, G. L. E. y Vicente T. V. 1990. Metodología para la Formación de un Herbario Fitopatológico. Tesis de licenciatura, Universidad de Guadalajara, México.
- Curiel, B.A. 1987. Plan de Manejo del Bosque “La Primavera”. DICSA/Universidad de Guadalajara. Jalisco, México.
- Gao, Yunahi. 2010. Study on Kerean Pine Needle Rust. Journal of Forestry Research. Volumen 7, Numero 1 36-40.
- Gonzalez, V. C. A., Seleme, F-V. y C. M. Juri. 2002. Identificación del Patógeno que Causa el Tizón de las Coníferas de Catamarca. Universidad Nacional de Catamarca. Congreso Regional de Ciencia y Tecnología. Catamarca. Argentina. p. 7
- Pan Xueren; Sui Cao Li Yulian & Jia Tianhe Wang Huijun. 1993. Species and Specialized Forms of Coleosporium- Korean Pine Needle Rust. Journal of Northeast Forestry University;1993-06
- Romero, C.S. 1988. Hongos Fitopatógenos. Universidad Autónoma Chapingo, México.
- Torres, J. 1993. Patología Forestal: Principales Enfermedades de Nuestras Especies Forestales. Madrid, Ediciones Mundi-Prensa. 270 pp.

# Efecto del tamaño de contenedor en vivero del *Pinus hartwegii* Lindl

Citar

Rosario Bernaola Paucar✉, Eduardo Salcedo Pérez y Porfirio Gutiérrez Gonzales

Departamento de Madera Celulosa y Papel, Universidad de Guadalajara, Camino Ing. Ramón Padilla Sánchez No. 2100, La Venta del Astillero, 45221, Zapopan, Jalisco, México.

✉ rosario\_forest@yahoo.com

## Introducción

Los programas de reforestación deben considerar diversos factores antes de iniciar sus trabajos (condiciones edáficas, climáticas y ambientales del sitio por reforestar, la especie a utilizar y su procedencia, características de los árboles (calidad de planta), condiciones de vivero y sistema por el que fueron producidos dichos plantones); cuya información es de suma importancia para cumplir los objetivos de nuestro propósito de plantación. En la producción de plantas, un aspecto fundamental relacionado con la calidad de los individuos es que posean características morfológicas y fisiológicas mínimas, las cuales se logran mediante prácticas de cultivo en vivero (Navarro *et al.*, 2006).

## Materiales y métodos

El estudio se realizó en plantas de *Pinus hartwegii* Lindl., producidas en el Vivero Masvi, Ubicado a 1543 m.s.n.m., San Andrés, municipio de Ciudad Guzmán, Jalisco. Estas plantas fueron producidas en corteza de pino durante 12 meses en charolas de poliestireno de 60 cavidades, cada cavidad presentó un volumen de 0,165 L. Dichas plantas fueron trasladadas a un vivero volante y trasplantadas a contenedores de 1 y 5 L., utilizando el mismo sustrato de producción en el vivero volante denominado “Pico del Águila”, ubicado en el Nevado de Colima a

3389 m.s.n.m., donde se mantuvieron durante ocho meses con el fin de aclimatar dichas plantas.

Para evaluar la biomasa, se extrajeron 15 plantas por tratamiento aleatoriamente, eliminando todo el sustrato adherido a sus raíces, separando la parte aérea de la parte radical, donde se evaluara los siguientes variables morfológicas: Altura (cm), diámetro del cuello de la raíz (mm), volumen de la parte aérea y radicular (cm<sup>3</sup>) por desplazamiento de agua (Harrington *et al.*, 1994), pesos secos del tallo y de raíz (g). Con estos datos se calculó el índice de robustez, la relación parte aérea/raíz y el Índice de Dickson (Dickson *et al.* 1960).

## Resultados

Entre todas las variables evaluadas encontramos una relación clara entre la calidad de la planta y el volumen del contenedor, en comparación al testigo las plantas las que crecieron en el contenedor de mayor volumen mostraron un mayor crecimiento radial, volumen aéreo y radical ( $p \leq 0.05$ ), (Figura 1).

Las plantas trasplantadas en el contenedores B, presentaron un mayor incremento en altura, diámetro, volumen foliar y radical con respecto a los demás tratamientos.

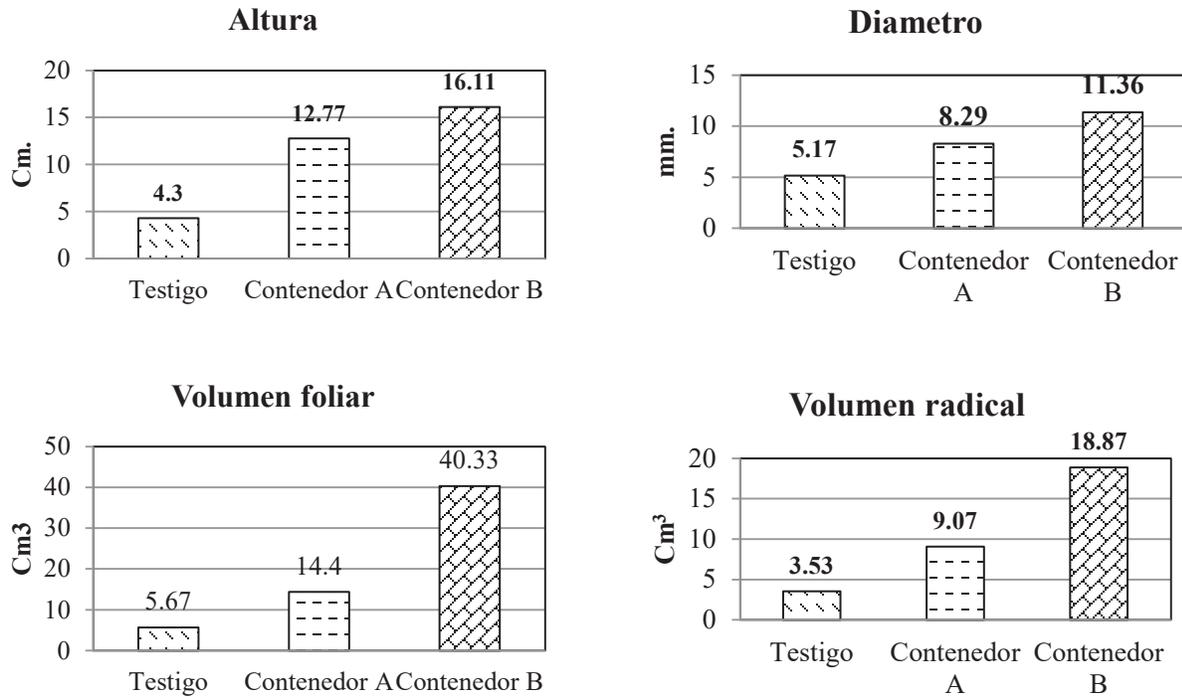


Figura 1. Resultados de variables morfológicas respecto a los diferentes tratamientos.

### Discusión

Las plantas trasplantadas al contenedor B, presentaron mayores incrementos, por lo que Rose *et al.* (1991), señala “que ante una buena oferta de agua, aquellas plantas con mayor volumen radicular absorbieron y distribuyeron más nutrientes hacia polos de crecimiento que aquellas con menor volumen radicular”.

En relación con la distribución de biomasa (Cuadro 1), la mejor calidad de plantas corresponde a una menor parte aérea en relación con la raíz, que puede garantizar una mayor supervivencia en campo, porque se evita que la transpiración de la planta exceda a su capacidad de absorción de agua (May, 1984). Pero según nuestra evaluación a medida que se incrementa el tamaño del contenedor se va incrementado el volumen foliar y radical de manera desproporcional del que se espera, tal como lo reporta Mal-

donado *et al.* (2011) y Pineda-Ojeda *et al.* (2004).

El índice de robustez (IR) está asociado a un plantón robusto y con tallo vigoroso (Thompson, 1985), donde el contenedor de mayor volumen respondió de manera positiva respecto al tratamiento A (Cuadro 1).

En cuanto al índice de Dickson (IQ), siendo el contenedor B quien obtuvo un IQ superior (Cuadro 1). Este índice de calidad predice el desarrollo de la planta en el campo, porque al combinación de dos o más parámetros morfológicos de la planta. Respectos a otros estudios realizados en la evaluación de pinos en vivero obtuvieron valores IQ entre 0.17 a 0.30 (Sánchez *et al.*, 2008 y Maldonado *et al.*, 2011).

**Cuadro 1.** Comparación de medias de los índices de calidad de planta.

Tratamiento	Rel. parte aérea/raíz	Índice de robustez	Índice de Dickson
Testigo	1.72 (0.43)	0.90 (0.41)	0.99 (0.50)
Contenedor A	1.54 (0.33)	1.57 (0.63)	2.37 (0.75)
ContenedorB	2.11 (0.49)	1.43 (2.28)	3.68 (1.48)

Valores de medias. El valor entre paréntesis es la desviación estándar.

## Conclusión

Los indicadores que ayudan a determinar la calidad morfológica de la planta son: altura de la planta, diámetro del cuello de la raíz, peso seco total, estas variables al ser correlacionadas con los índices, describen la calidad que posee la planta producida en vivero.

## Literatura citada

- Dickson, A., A. L. Leaf y J. F. Hosnerm 1960. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. *For. Chron* **36**: 10-13
- Harrington, J., J. Mexal y J. Fisher. 1994. Volume displacement provides a quick and accurate way to quantify new root production. *Tree planters' Notes* **3**: 121-124.
- Maldonado, B., A. Arnulfo, U. López, H. Vaquera y A. Cetina. 2011. Producción de *Pinus gregii* Engelm. en mezclas de sustrato con hidrogel y riego, en vivero. *Agrociencia* **45**: 389-398.
- May, J. T. 1984. Seedling quality, grading, culling and counting. In: Southern Pine Nursery Handbook. May, J. T., W. Belcher, Jr., C. E. Cordell, T. H. Filmer, Jr., D. South, and C. W. Lantz, (eds). USDA. Forest Service. Southern Region. p. 83-97.
- Navarro, R. M., A. D. del Campo y J. Cortina. 2006. Factores que afectan al éxito de una repoblación y su relación con la calidad de la planta. Cap. 2. In Calidad de planta forestal para la restauración en ambientes Mediterráneos. Estado actual de conocimientos. Cortina, J., Peñuelas, J.L., Puértolas, J., Vilagrosa, A., and Savé, R. (Coord.). Organismo Autónomo Parques Nacionales. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid. P. 1-23.
- Pineda-Ojeda, T., V. M. Cetina-Alcalá, J. A. Vera-Castillo, C. T. Cervantes-Martínez, A. Khalil-Gardezi. 2004. El trasplante contenedor-contenedor (1+1) y contenedor-raíz desnuda (P+1) en la producción de planta de *Pinus gregii* Engelm. *Agrociencia* **38**: 679-686.
- Rose, R. D., J. Gleason, M. Atkinson y T. Sabin. 1991. Grading ponderosa pine seedlings for outplanting according to their root volume. *Journal of Applied Forestry* **6**: 11-15.
- Sánchez C., T., A. Aldrete, V. M. Cetina A., y J. López U. 2008. Caracterización de medios de crecimiento compuestos por corteza de pino y aserrín. *Madera y Bosques* **14**(2):41-49.
- Thompson, B. 1985. Seedling morphological evaluation- what you can tell by looking In: Proceedings: evaluation seedling quality: principles, procedures, and predictive abilities of mayor test. Duryea, M. L. (ed.). Oregon State University. Corvallis, Oregon, U.S.A.p. 59-71.

## Referencia a la hormiga en las crónicas de Indias Citar

Fernando Rafael Villaseñor Ulloa 

Biblioteca Central. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Camino Ing. Ramón Padilla Sánchez No. 2100, La Venta del Astillero, 45221, Zapopan, Jalisco, México

 [fervillasenor@hotmail.com](mailto:fervillasenor@hotmail.com)

### Introducción

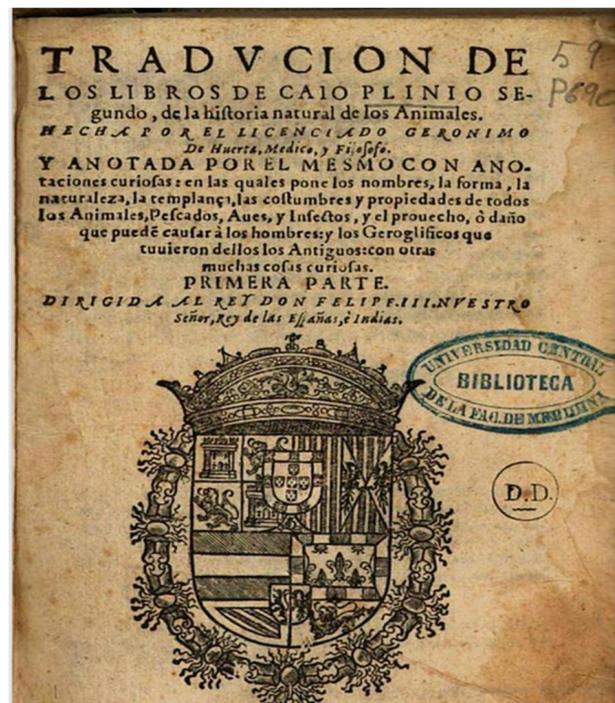
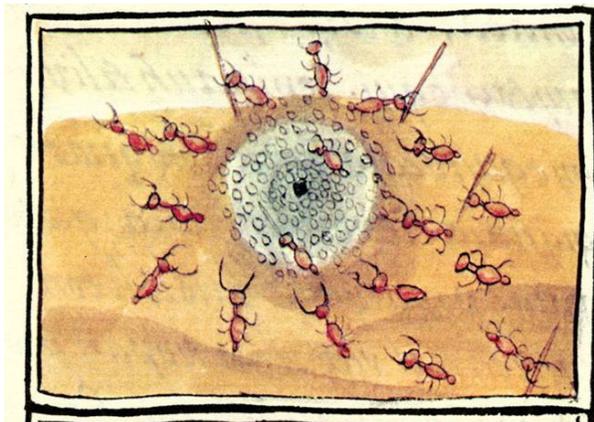
El género de la crónica fue muy ejercitado durante el periodo colonial americano (1521-1821), a través de ellas, se conocía en otras latitudes del mundo al continente recién descubierto. Sin embargo, justo es reconocer, que muchos de los primeros cronistas no poseían la formación científica suficiente como para retratar de manera fiel el territorio al que intentaban describir.

Si bien existen intentos metódicos estructurados por lograr una primera historia natural americana, como en los casos de Sahagún (2005), o Francisco Hernández (1822), lo más normal, era que un militar o un integrante de la autoridad civil, tomará en sus manos la tarea de relatar a los posibles lectores las maravillas del nuevo mundo.

Para los antiguos pobladores del continente, la hormiga poseía un lugar importan-

te en la cosmovisión; las creencias ligaban al insecto con la entrega del maíz a los hombres, además de servir de alimento o como parte de procesos curativos.

Sin embargo, con la conquista, paso pronto a convertirse en una plaga, a la que, lejos de tenerle veneración se debía destruir. En ese sentido, fue necesario incluso, pedir la intermediación divina para su desaparición, se nombraron “santos patronos” para combatirla, así como, se elevaron capillas en algunas poblaciones en agradecimiento a la intercesión ante el creador para su aniquilación.



Muchas de esas crónicas han llegado a nosotros y se continúan reproduciendo gracias al esfuerzo de varias casas editoriales, que ven en ellas su valor histórico y económico.

Cabe mencionar que en el transcurso del primer siglo de nuestra era, Cayo Plinio (1624) escribió una obra que sería fundamental para entender la visión de esa época: la Historia Natural. En ella, a pesar de tratarse de una compilación de elementos “científicos”, se muestra una visión bastante exaltada de muchas especies, entre ellas la hormiga. Esto se menciona precisamente porque los elementos que se utiliza en la descripción de las diversas variedades del insecto parecen arrancadas de obras de ficción o inventadas para aterrorizar y magnificar el daño que a los humanos pueden causarles.

Las observaciones de Plinio, serán tomadas como un referente serio de la más pura ciencia hasta finales del siglo XV, por ello, sus concepciones terminarán siendo difundidas y aceptadas, y su forma de “hacer ciencia” acompañó a los europeos en su aventura de conquista americana. Mentir, magnificar y exaltar fueron el común denominador de toda empresa que culminara en la elaboración de una crónica.

## Materiales y métodos

En la elaboración del presente trabajo se consultaron los acervos bibliográficos de la Red de Bibliotecas de la Universidad de Guadalajara (U de G) y de la Dirección General de Bibliotecas de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), además de en el área de Fondos Especiales Digitalizados de la Biblioteca Nacional de España, buscando en un primer momento

localizar crónicas coloniales reimprimadas de forma reciente.

A pesar de que la UNAM por medio de sus servicios catalográficos manifiesta poseer 5,152 materiales, lo cierto es que durante la época colonial no se realizaron tantas crónicas, lo que se pudo detectar, fueron numerosos errores en los registros y puntos de acceso a las obras, que triplicaban y cuadruplicaban ejemplares, además, de existir un proceso erróneo de catalogación de libros, lo cual redujo significativamente es dato a 37 crónicas.

Para el caso de la U de G, se manifestaba la posesión de tan solo 484 títulos, los cuales tenían también el problema de registros mal hechos, una vez depurados los primeros resultados, se pudo obtener un total de 37 crónicas, exactamente el mismo número y los mismos títulos que la UNAM.

Ante éste panorama, se realizó una búsqueda en los fondos especiales digitalizados de la Biblioteca Nacional de España, de los cuales se pudieron rescatar 4 materiales digitalizados distintos a los anteriormente localizados en las universidades mexicanas.

## Resultados

Por principio de cuentas se debe señalar que el 80% de las crónicas consultadas no hacen mención de la hormiga, y ni siquiera se integra como parte de alguna narración.

El 20% restante tiene la virtud de hacer un pequeño esfuerzo por rescatar algunos rasgos del insecto en su hábitat, aunque, es importante mencionar, que su presencia está asociada siempre a la destrucción, por lo cual es presentada como un ente malva-

do, incluso asociado a devastaciones y malos agüeros.

## Discusión

Las obras más abocadas a la historia natural (Sahagún, 2005; Hernández, 1822), muestran siempre el lado negativo de la especie, y cuando hablan de su capacidad de organización, lo hacen en el contexto de la destrucción de cultivos. Aunque debe señalarse que el caso de un par de obras muy consultadas y de enorme prestigio para entender la época colonial producidas por Humboldt (2002) y Clavijero (1990), quienes a pesar de haber sido publicadas de forma tardía, es decir, a finales de la etapa colonial, manifiestan su admiración por la capacidad constructiva del insecto. Caso similar es el que refiere Alzate (1831) quien dedica varias de sus “Gacetas de México” a comentar sobre la existencia de la hormiga buxilera o mielera, que escapó por cierto a casi todos los cronistas.

Es importante hacer notar, que de forma común, cuando se hace un análisis de éste tipo de obras se busca rescatar los elementos que se significan por ser positivos para nuestro objeto de estudio, sin embargo, no debemos ocultar la evidencia que marca en el presente caso, que la coexistencia entre humanos y hormigas no era algo bien visto por los colonizadores.

## Conclusión

No existe coincidencia entre las creencias que los naturales americanos poseían en

torno a la hormiga y su importancia, con las de los europeos.

La hormiga no siempre figuró en las crónicas coloniales, sin embargo, su escasa presencia fue en su mayoría negativa. La obra de Plinio influyó enormemente en las crónicas de la época, tanto en la forma (exageración), como en el fondo (invención).

Las obras de historia natural desvían en la mayoría de los casos su interés, y se convierten en un aglutinador de creencias erróneas.

Finalmente se debe señalar puntualmente, que son escasas las interpretaciones históricas sobre la aparición de la hormiga en las crónicas de indias, se puede señalar abiertamente que aún hace falta mucho por hacer en éste respecto.

## Literatura consultada

- Alzate, A. 1831. *Gacetas de literatura de México*. Oficina del hospital de San Pedro: Puebla.
- Clavijero, F. 1990. *Historia Antigua de México*. Porrúa. México.
- Hernández, F. 1822. *Qvatro libros de la naturaleza y virtudes medicinales de la plantas y animales de la Nueva España*. Imprenta de la escuela de artes. Morelia.
- Humboldt, A. 2002. *Ensayo político sobre el reino de la Nueva España*. Porrúa. México.
- Plinio, C. 1624. *Historia natural*. Madrid. Luis Sánchez Impresor del Rey.
- Sahagún, B. 2005. *Historia general de las cosas de la Nueva España*. Consejo Nacional para la Cultura y las Artes. México.

# Análisis de la percepción de riesgos en el CUCBA por estudiantes expuestos Citar

Juan José Rentería Rubio 

Estudiante de Lic. Biología, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Camino Ing. Ramón Padilla Sánchez No. 2100, La Venta del Astillero, 45221, Zapopan, Jalisco, México

✉ [juan.ren54@gmail.com](mailto:juan.ren54@gmail.com)

## Introducción

La eliminación o disposición final de residuos en general, representa un gran problema de contaminación y un importante foco de exposición. Según su origen y química, diferentes compuestos generan un nivel de peligro y riesgo diferente en su manejo y disposición final. Los residuos sólidos representan un gran problema ya que son un factor importante en la presencia de enfermedades por la propagación de fauna nociva, como moscas, cucarachas, mosquitos, ratas y ratones; las cuales se relacionan con enfermedades e infecciones intestinales, parasitosis, dengue, paludismo, entre otras (Garibay, 1997).

La contaminación del aire consiste en la presencia en el aire de sustancias o formas que alteran la calidad del mismo e implica riesgo daño o molestia graves a los seres vivos. La exposición a estos contaminantes pueden llegar a presentar algunos efectos agudos tales como envenenamiento por humo, reacciones alérgicas, conjuntivitis, irritación e inflamación del tracto respiratorio e infecciones respiratorias. Además por una exposición prolongada se pueden tener efectos crónicos como bronquitis, enfermedad obstructiva pulmonar crónica, cáncer y afectación de la capacidad pulmonar (Wark y Warner. 1997).

En lo que corresponde al agua, los niveles de contaminación de este vital líquido no tiene comparativo en los últimos años, todo esto propiciado por el acelerado crecimiento de las poblaciones humanas y el uso cada vez más constante de los cuerpos de agua como tiraderos de desechos que van desde domésticos hasta industriales. En el ámbito educativo, una actividad que genera contaminación es la disposición final de los residuos generados durante la realización de las prácticas de laboratorio, ya que comúnmente son eliminados estos desechos a través del drenaje o basura. Aunque el volumen de residuos que se generan en los laboratorios es generalmente pequeño en relación al proveniente del sector industrial, no por ello debe minusvalorarse el problema (Rosas, 2003).

La salud ambiental es un tema de gran interés para el buen estado de salud y aprovechamiento de los alumnos del CUCBA, ya que es de esperarse que una buena salud ambiental genere un buen estado general de los alumnos, lo que les genera mejores condiciones para su aprendizaje. En los últimos años, se han realizado varios estudios relacionados a este tema en el centro universitario, algunos de ellos siendo trabajos de gran importancia como tesis. Pero a pesar de esto, las condiciones de riesgo en el centro universitario no han cambiado de manera notoria, ya que nosotros como parte de la comunidad universitaria a diario per-

cibimos o nos vemos en interacción con los mismos (Rodríguez, 1998).

El Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias es uno de los centros que tuvieron su origen en la descentralización de la Universidad de Guadalajara, y a pesar de estar ubicado fuera de la Zona Metropolitana de Guadalajara, presenta algunas condiciones de riesgo, para las cuales el presente trabajo pretende hacer un análisis de percepción de los principales riesgos a los que se exponen los estudiantes del Centro Universitario. Se han identificado como los principales riesgos los siguientes (Rodríguez, 1998):

#### **Exposición a la incineradora en el CUCBA**

Aunque se reduzca hasta un 70% en peso y de 80 a 90% el volumen de los residuos en la incineradora de animales en el CUCBA, el mal uso que se le da en horas centrales del día, puede provocar que los alumnos y personal académico presenten alguna afectación por inhalar los desechos ahí generados. Además como no se cuenta con ningún control tanto en las condiciones de operación como en el sistema de emisión de gases esto aumenta el riesgo de exposición entre la comunidad universitaria (Wark y Warner, 1997).

#### **Residuos de laboratorio**

Por sus propias características, el trabajo en el laboratorio presenta una serie de riesgos de origen y consecuencias muy variadas, relacionados con las instalaciones y los productos que se manipulan ya que muchas sustancias químicas producen efectos nocivos sobre la salud, debido a sus propiedades físicas y químicas que los caracterizan (Rodríguez, 1998).

Para lograr un manejo adecuado de los residuos peligrosos, es necesaria una ade-

cuada gestión, para eso es necesario que en cada laboratorio se tengan reglas como:

- a) siempre debe haber un responsable del manejo de productos químicos para así evitar el mal desecho de éstos.
- b) Separar adecuadamente y no mezclar los residuos peligrosos.
- c) Envasar y etiquetar los recipientes que contengan residuos peligrosos.
- d) Llevar un registro de los residuos peligrosos producidos o importados y destino de los mismos.
- e) Tener contenedores especiales para la disposición final de los residuos peligrosos.

#### **Tratadora de aguas residuales**

Las aguas negras y los desechos acarrean bacterias, hongos, parásitos y virus que pueden causar infecciones intestinales, pulmonares y de otro tipo. El tratamiento de aguas residuales se lleva a cabo por varios procesos físicos, químicos y biológicos, por medio de los cuales se pretende quitar los contaminantes y residuos peligrosos encontrados en el agua. Un proceso importante en el tratamiento de aguas es la aeración, la cual oxigena el agua y estimula el crecimiento microbiano para la degradación de la materia orgánica presente en el agua. No obstante, esta actividad en plantas de tratamiento a cielo abierto genera que partículas de agua cargadas con contaminantes y algunos microorganismos sean expulsados al aire, lo que provoca una dispersión y aumenta el riesgo de exposición a las persona que se encuentren cerca del lugar (Rosas, 2003).

#### **Transporte público para el traslado al CUCBA**

Actualmente la ruta del 170 B, para entrar al CUCBA, tiene que pasar por un recorrido de "baches" debido al mal mantenimiento

de la carretera, los riesgos a los se exponen los alumnos por esta situación es de gran importancia, ya que gran parte de la población universitaria usa esa ruta de ingreso. También cabe mencionar que la otra entrada al centro universitario, por la cual se conduce la ruta 629 no presenta mejores condiciones, ya que sigue presentando baches grandes pero en menor proporción. El mal estado de las rutas de ingreso al Centro Universitario genera algunos problemas importantes para la comunidad universitaria, entre los que se pueden mencionar se encuentran los accidentes de origen automovilístico, Lesiones de espalda o cuello por los constantes movimientos bruscos, lesiones y malestar general por lo brusco del camino, etc.

### Objetivo principal

Identificar las principales condiciones de riesgo que perciben los estudiantes en el CUCBA.

### Objetivos secundarios

Determinar el conocimiento que tiene la comunidad universitaria de las principales condiciones de riesgo.

Conocer que otros factores de riesgo, diferentes a los analizados identifican los alumnos del CUCBA como un peligro.

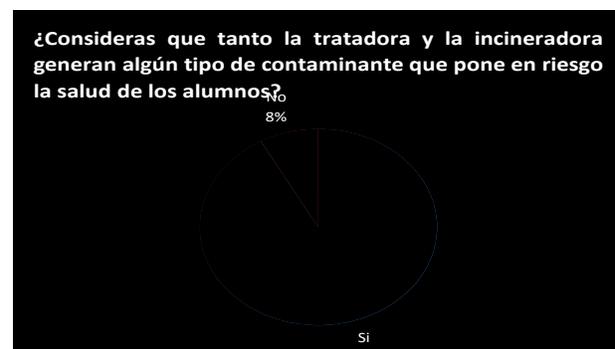
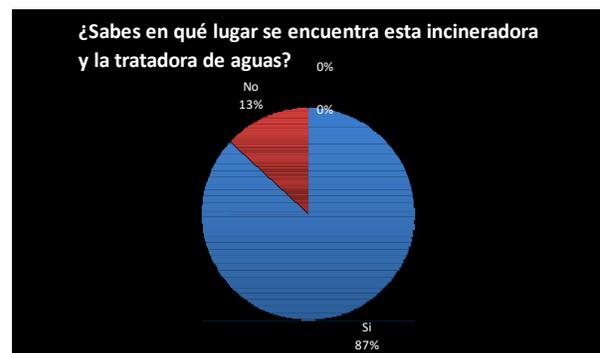
### Metodología

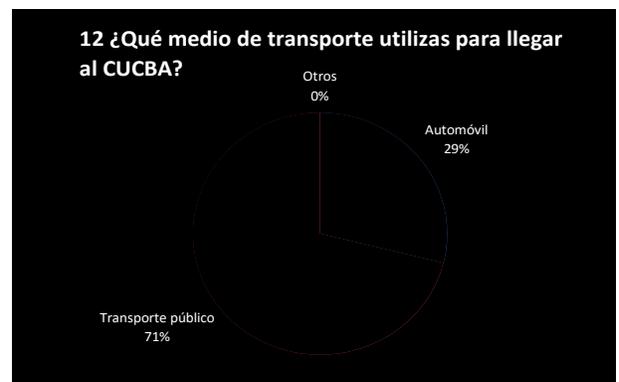
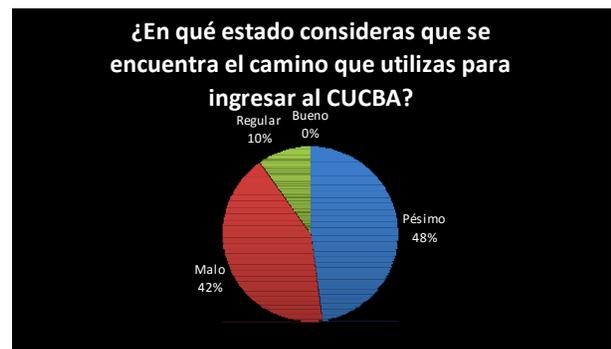
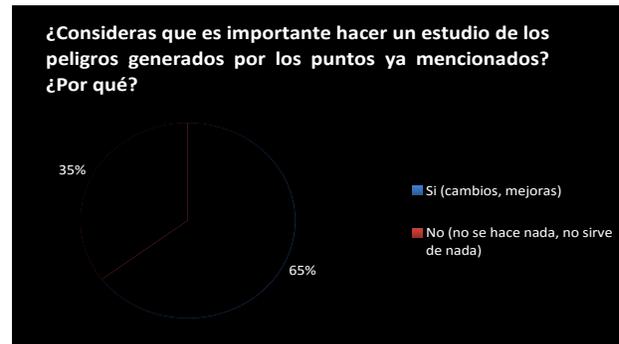
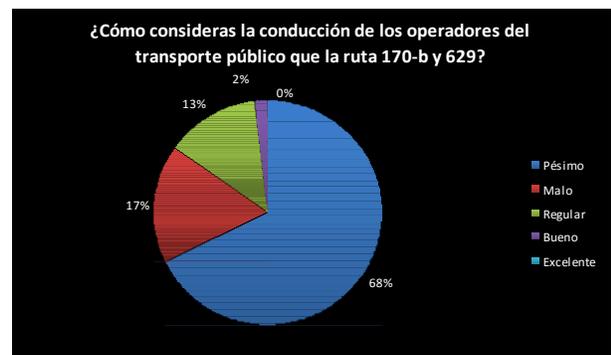
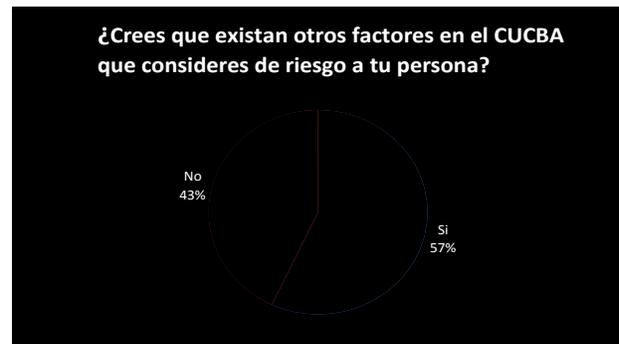
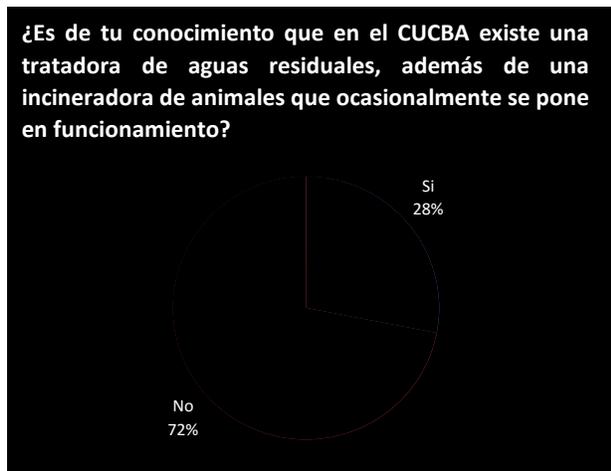
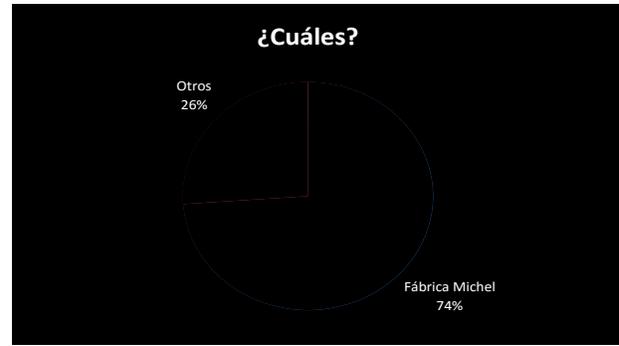
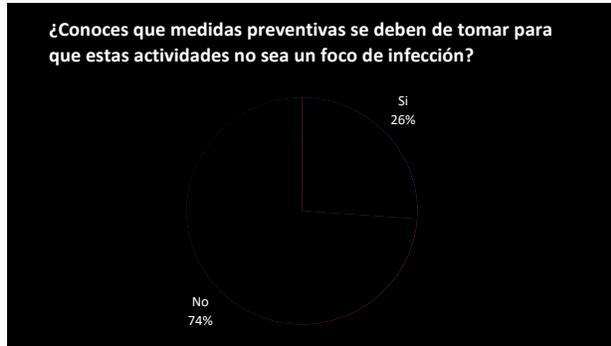
El presente trabajo se llevo a cabo en el Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias entre los meses de Septiembre y Octubre del 2013. Primeramente se realizó una revisión literaria para

determinar si existen antecedentes de estudios similares en el Centro Universitario, así como para obtener la bibliografía necesaria para introducción del trabajo. Posteriormente se procedió a realizar un primer acercamiento a las zonas que se identificaron como un riesgo, y se seleccionaron las que el equipo considero como mas importantes. Ya realizada la primer visita y con los principales riesgos identificados, se procedió a realizar un formato de encuesta, el cual se utilizó para la realización de 100 encuestas entre los alumnos del CUCBA en las primeras dos semanas de Octubre. Con los datos obtenidos mediante las encuestas, se realizaron tablas y graficas donde se expone la percepción que tienen los alumnos del Centro Universitario a los riesgos a los que se exponen.

### Resultados

Algunos de los principales resultados obtenidos se muestran en las siguientes graficas:







## Discusión

Los datos obtenidos en el trabajo de campo por medio de las encuestas, estuvieron de acuerdo a lo esperado, ya que como se reviso en la literatura utilizada para este trabajo, los alumnos identificaron en su mayoría que los riesgos mencionados deberían de ser un tema de mayor interés, ya que al enterarse por medio de las encuestas sobre esta problemática, mostraron gran interés por encontrar una solución a los mismos. Resulto muy interesante que aunque ya se han realizados estudios de tesis por diferentes autores tales como Rosas, 2003 y Rodríguez, 1998, entre otros, la mayoría no está enterado de las situaciones de riesgo a las que se encuentran expuestos. .

## Conclusion

Este trabajo expone de manera clara el desconocimiento que presenta la mayoría de

los alumnos del CUCBA encuestados con respecto a la presencia de algunos puntos y situaciones de riesgo a las que se exponen diariamente. Pero resulta interesante y relevante que la mayoría de los alumnos, al enterarse de lo que trata el trabajo, están de acuerdo en que es de suma importancia tomar medidas para exponerse lo mínimo a estas situaciones, así como también la importancia de tomar medidas lo más rápidamente posible. Por último, se pudo determinar que la mayoría de los alumnos, concluyen que además de los riesgos tomados en cuenta en el presente trabajo es importante revisar la situación que se tiene con la fábrica de dulces Michel y la comida que se vende en los puestos a espaldas del Centro Universitario.

## Referencias bibliográficas

- Rosas R.A. 2003. Evaluación ambiental del proceso de tratamiento de aguas residuales y los riesgos a la salud en la comunidad universitario del CUCBA. Javier García Velasco. Tesis de Maestría. Universidad de Guadalajara (Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias). Las Agujas, Zapopan, Jalisco.
- Wark K. y C. Warner. 1997. Contaminación del aire, Origen y control. México. Limusa-Grupo Noriega Editores.
- Garibay G. 1997. Salud ambiental: Retos y perspectivas hacia el siglo XXI. México D.F. 155 p.
- Rodríguez G.A. 1998. Cambios de Actitud en la generación y manejo de los residuos sólidos en la comunidad del CUCBA. Alfonso E. Islas Rodríguez. Tesis de Maestría. Universidad de Guadalajara (Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias). Las Agujas, Zapopan, Jalisco.

# Género, emociones y relaciones interpersonales y su vinculación con conductas de riesgo para la salud en jóvenes de la ZMG<sup>1</sup>

Carlos Martínez Munguía✉, Carmen Quintana Rodríguez, Liliana Aldrete Castañeda, Marina Flores González y Gerardo Ortiz Rueda

Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Camino Ing. Ramón Padilla Sánchez No. 2100, La Venta del Astillero, 45221, Zapopan, Jalisco, México.

✉ [carmtz@cencar.udg.mx](mailto:carmtz@cencar.udg.mx)

## Introducción

Los problemas que enfrentan los y las jóvenes de este siglo han ido incrementándose como lo demuestran algunos índices de morbilidad y mortalidad en esta población, (i. e., agresiones a mujeres, riñas, accidentes, homicidios). En ese sentido es prioritario identificar qué factores probabilizan que dichos indicadores se incrementen. Desde hace tiempo este grupo de trabajo se ha dado a la tarea de indagar hasta qué grado el factor de género sigue siendo una variable determinante respecto al tipo de conductas que los y las jóvenes asumen.

Uno de los elementos fundamentales de las sociedades contemporáneas son el tipo de relaciones interpersonales que puedan establecer sus integrantes, las cuales dependen de muchos factores, siendo uno de los más fuertes las nociones de género que se tengan. En sociedades como la nuestra en donde las diferencias de género siguen estando muy marcadas, dado que el sistema patriarcal mantiene su hegemonía, prácticamente todas las relaciones se ven tamizadas por el género, lo cual probabiliza que determinado tipo de relaciones se establezcan, y no siempre sean las más nutricias. La marcada diferencia de los mandatos de género para hombres y mujeres, propicia re-

laciones interpersonales asimétricas: a ellos se les refuerza la expresión de cierto tipo de emociones (i.e., coraje, enojo); mientras que de ellas se espera que sean bondadosas y abnegadas para con su pareja e hijos.

El objetivo del estudio fue medir la participación que tienen los y las jóvenes de su género, la relación que guardan dichas nociones con la expresión emocional y las relaciones interpersonales que tiene; y cómo ello los puede orillar a presentar determinadas conductas de riesgo.

## Materiales y metodología

Se trabajó con un modelo metodológico mixto (cuanti/cualitativo), por medio de cuestionarios se midieron las nociones de género de los participantes, además para complementar la información, se realizó una entrevistas semi-estructurada, con cada uno de los y las participantes. En todos los casos el/la entrevistador(a) era del mismo género que del participante. Se profundizó en las experiencias de vida y el sentido que ellos(as) les daban a dichas vivencias.

## Instrumentos de medición y procedimiento

Se aplicó un cuestionario, en donde se les pedía información demográfica (edad, es-

<sup>1</sup> Subvención FOMIX-Jal 125691

colaridad, situación familiar, etc.); además se les cuestionó sobre algunos hábitos de salud e higiene; así como experiencias de vida (i.e., consumo de sustancias, conductas temerarias). Se incluyó una escala tipo Likert (“generímetro”), integrada de 35 ítems, en los que se enunciaban algunos comportamientos que los y las jóvenes pueden tener, y se les pedía que clasificaran qué tan masculinos o femeninas los(as) hace parecer ante sus amigos(as). Si ellos(as) consideraban que dicho comportamiento los(as) hace parecer **mucho más** hombre/mujer<sup>2</sup>, le asignaban un 5; **más** hombre/mujer 4; **ni más ni menos** hombre/mujer 3; **menos** hombre/mujer 2; **mucho menos** hombre/mujer 1. Terminado el cuestionario se realizaba una entrevista, la cual consistía en recuperar información relacionada con experiencias de vida y sus nociones de género, la duración de la entrevista fluctuó entre 30 y 40 minutos por participante. Para fines de una mejor comprensión del sentido de los datos, los valores originales se transformaron (5=2, 4=1, 3=0, 2=-1, 1=-2).

## Resultados

Participaron 204 jóvenes: 104 hombres (40 de preparatoria, 42 de secundaria y 22 del tutelar); y 100 mujeres (40 de preparatoria, 40 de secundaria y 20 del tutelar), el rango de edad fue de 14 a 22 años. A todos(as) los(a) participantes se les pidió su consentimiento para participar en el estudio y grabar sus entrevistas (voz), siempre se trabajó con un seudónimo para proteger su identidad.

Se encontró una marcada diferencia en el tipo de atributos que los y las jóvenes le otorgan a sus respectivos géneros, lo

cual influye en la forma en que expresan las emociones, y en el tipo de relaciones interpersonales que establecen. Los datos del cuadro 1, se analizan en dos vertientes: aquellos ítems que están relacionados con las emociones (en morado) y con las relaciones interpersonales (en verde). Los datos mostrados representan la media de cada grupo hombres/mujeres. Respecto a la expresión emocional los hombres le dan prioridad a aquellas conductas asociadas a la ira y ausencia de miedo, tales como; “ser valiente” (1.68); “ser fuerte” (1.45) (tanto física, como emocionalmente); aventarse del “bongi” (1.13); “tomar alcohol” (0.76), “consumir drogas” (0.51) y “reñir” (0.20); otorgándole un nivel negativo para su masculinidad a aquellos ítems relacionados a expresiones emocionales de ternura y afecto: “afecto a los amigos” (-0.40), “ser delicado” (-1.25) y “miedo a una rata” (-1.47). Por su parte las mujeres atribuyen positivamente para su feminidad ítems relacionados con el afecto: “ser cariñosa” (1.10), “afecto a amigos” (0.52), y “miedo a una rata” (0.23); ponderando de forma negativa: “tomar alcohol” (-0.43), “reñir” (-0.54) y “consumir drogas” (-1.58).

Respecto al eje de las relaciones interpersonales, en primer lugar se destacan aquellos ítems que tienen que ver con relaciones eróticas (heterosexuales), para los hombres “erotismo hetero” (1.40) tiene el tercer lugar de las cualidades que los hacen parecer más hombres, mientras que “rechazar faje” (-0.76) encontrándose entre los últimos 5; para las mujeres se invierten los valores “rechazar faje” (0.46), y “erotismo hetero” (-0.08), marginalmente le quita atributos femeninos. Otro ítem que demuestra una valoración diametralmente opuesta es “invitar (pagando)”, los hombres le otorgan un alto puntaje (0.81); mientras que para las mujeres es negativo (-1.03).

<sup>2</sup> Siempre se cuestionó respecto al propio género.

**Cuadro 1.** Nociones de género de los y las jóvenes según los puntajes en los ítems del generímetro.

Media	Hombres (n=104)	Mujeres (n=100)	Media
1.68	Ser valiente	Muy arreglada	1.91
1.45	Ser fuerte	Ser responsable	1.73
1.40	Erotismo Hetero	Cocinar	1.59
1.23	Pene grande"	Ser decidida	1.59
1.19	Experiencia sexual	Independiente	1.27
1.13	Bongi	Ser valiente	1.10
0.99	Ser decidido	Cariñosa	1.10
0.85	Independiente	Muy aplicada	1.05
0.81	Invitar (pagando)	Lavar platos	0.93
0.76	Tomar alcohol	Ser fuerte	0.85
0.74	Ser responsable	Líder estudiantil	0.71
0.59	Salir sin avisar	Afecto a amigas	0.52
0.51	Consumir drogas	Acompañar a mamá	0.50
0.50	Ver porno	Ser recatada	0.49
0.49	Masturbarse	Rechazar faje	0.46
0.37	Líder estudiantil	Ser delicada	0.45
0.34	Polígamo	Bubis grandes	0.40
0.31	Fumar	Miedo rata	0.23
0.20	Reñir	Ser virgen	0.20
-0.18	Acompañar a mamá	Bongi	0.10
-0.20	Muy arreglado	Experiencia sexual	0.03
-0.21	Cariñoso	Erotismo Hetero	-0.08
-0.30	Cabello Largo	Fumar	-0.26
-0.30	Cocinar	Cabello Corto	-0.31
-0.35	Muy aplicado	Mantenida	-0.33
-0.36	Lavar platos	Tomar alcohol	-0.43
-0.39	Ser recatado	Salir sin avisar	-0.53
-0.40	Afecto a amigos	Reñir	-0.54
-0.51	Ser virgen	Ser indecisa	-0.70
-0.67	Ser indeciso	Polígamo	-0.88
-0.76	Rechazar faje	Invitar (pagando)	-1.03
-1.25	Ser delicado	Masturbarse	-1.06
-1.39	Mantenido	Juegos homo	-1.38
-1.47	Miedo rata	Ver porno	-1.48
-1.50	Juegos homo	Consumir drogas	-1.58

Los hace parecer más masculinos

Los hace parecer menos masculinos

Las hace parecer más femeninas

Las hace parecer menos femeninas

Ítems de relaciones interpersonales

Ítems relacionados con emociones

## Datos cualitativos

En las entrevistas se puede identificar cómo es que los y las jóvenes actualizan dichas nociones de género en situaciones y eventos concretos.

	Hombres	Mujeres
Emociones	<p><b>E:</b> ¿Alguna vez te has sentido presionado a hacer cosas, para demostrar tu masculinidad?  <b>P2M04:</b> sí, bueno más que nada fue en la secundaria [...] era un niño todavía, y pues mis amigos me retaban a hacer cosas que normalmente no haría un niño, como tocarle los, los senos a una chava, sobre todo si era una chava muy corajuda, y enfrentarse a tipos fuertes.  <b>E:</b> ¿Qué importancia tiene para ti ser considerado un hombre?  <b>P2M04:</b> muy importante.  <b>E:</b> ¿Por qué?  <b>P2M04:</b> porque la imagen al mundo es muy importante, y aunque yo trate de decir [...], “no me importa”, pues sí, en el fondo sí me va a importar ¿no?, pero lo que importa de ser hombre es, es que demuestres que eres fuerte y que no se van a meter contigo fácilmente.</p>	<p><b>E:</b> ¿Cómo expresan o han expresado sus sentimientos entre ustedes?  <b>P2F03:</b> ¿sentimientos de qué?  <b>E:</b> ¿Lo que él sentía por ti, lo que tú sentías por él?  <b>P2F03:</b> ay pues como una vil niña enamorada, sí realmente para él, él para mi perdón era mi todo absolutamente y bueno por las situaciones tan conflictivas que yo vivía en mi casa siempre buscaba, pues fugarme de mi realidad con él, para mí él era mi todo y era lo mejor en mi vida y lo amaba y, y él también sí siempre, siempre me expresó mucho amor, al final de cuentas no fue así pero, pero sí también decía lo mismo.</p>
Relaciones interpersonales	<p><b>E:</b> ¿Te gustaría conversar con alguien más acerca de estos temas?  <b>S1M02:</b> si se diera la ocasión pues sí  <b>E:</b> ¿Con quién?  <b>S1M02:</b> con mi papá  <b>E:</b> ¿Y por qué no has hablado?  <b>S1M02:</b> la confianza si la tengo, pero la verdad siempre me da miedo que si le cuento, “ah, no es que sí, mis amigos hicieron esto”, que al rato él llegue con sus mamás: “ya no quiero que se junten”.</p>	<p><b>E:</b> ¿Quién debe tomar la iniciativa para comenzar una relación de pareja?  <b>S1F04:</b> el hombre, porque si tu estas enamorada de alguien tienes que saber si esa persona está enamorada de ti, porque si tú das primero el paso y no sabes si nada más te quiere para un faje, y va a decir, “pues es que ella me rogó” y así, es que así piensan ahorita los hombres: “ella me rogó, ella me dijo, ella estaba ahí zorriandome”, a mi no me gusta buscar el amor, que el amor llegue si va a llegar.</p>

## Discusión

En este estudio se encontró una marcada diferencia en la percepción de las nociones de género de hombres y mujeres, lo cual puede estar asociado al aumento en algunos de los índices de morbilidad o mortalidad de estos grupos. Por lo general se piensa que la forma en que las personas expresen sus emociones no es un problema o cuando mucho llega a ser un problema para quien lo padece, consideramos que dicha afirma-

ción no es del todo veraz, ya que si alguien cree que expresar afecto es malo y mostrarse agresivo es la mejor forma de afrontar las situaciones de la vida, cuando tenga que hacer frente a una situación, lo hará como lo ha aprendido a hacerlo, es decir, primordialmente violenta en el caso de los hombres, o de forma sumisa en el caso de ellas.

Analicemos el caso de la expresión emocional de los hombres. Ellos puntúan alto la “valentía”, si bien a “reñir” no le dan un alto

puntaje, si le atribuyen una marginal ventaja para su masculinidad; por su parte ítems como “ser cariñoso” y demostrar “afecto a amigos” tiene valores negativos; esto además de los serios conflictos personales que puede traer, para quien siente un genuino cariño para con algún amigo en particular, puede traer como consecuencia que los hombres sean más reactivos a situaciones de violencia, tratando de arreglar sus diferencias de forma violenta, tanto con otros hombres, como con sus parejas.

Algunos hombres utilizan el consumo de alcohol, como un pretexto para poder expresar aquellas emociones que socialmente se les niega, por ejemplo, cuando toman alcohol es fácil encontrar expresiones de afecto entre amigos, o por el contrario, cuando tienen un duelo, cuando toman es más fácil que expresen la tristeza que sienten por la pérdida de su pareja, por ejemplo. Es bien sabido que las mujeres a últimas fechas han incrementado el uso del cigarro y del alcohol, en el caso de ellas en algunos casos lo utilizan como un mecanismo de emancipación, es decir, de equidad entre hombres y mujeres. Sin embargo, como se puede ver en el generímetro, todavía no permea como una regla generalizada en las mujeres, como es el caso de los hombres.

Por su parte las mujeres ponderan como elementos positivos a su feminidad, aquellos ítems en que los otros tienen un alto componente: “Muy arreglada”, “cocinar”, “cariñosa”, “ser recatada”, “acompañar a mamá”, esto tiene que ver con que tradicionalmente a la mujer se le ha educado, para el servicio y entrega a los otros, calificando como negativos, aquellos ítems asociados a conductas de riesgo, como es el caso de “consumir droga”, “reñir”, “tomar alcohol” y “fumar”, además de algunas de las conductas relacionadas a la actividad sexual:

“masturbarse”, “erotismo hetero”, mientras que “rechazar un faje”, le aporta a su feminidad, esto no es necesariamente malo, el inconveniente con respecto al género hegemónico femenino, es cuando se idealiza el amor, y eso se utiliza como pretexto para tolerar vejaciones y falta de respeto por parte de sus parejas (ENVIN, 2007). Justo lo contrario que ocurre con los hombres, “experiencia sexual” y el no “rechazar un faje” sigue siendo importante para los varones, lo que demuestra que algunas de las nociones de masculinidad hegemónica arcaicas, sigue prevaleciendo hasta nuestros días y se siguen reproduciendo por el sistema, aumentando con ello la probabilidad de un contagio de enfermedad de transmisión sexual.

### **A manera de conclusiones**

Las nociones de género resultaron ser un buen predictor de la forma en que se estructuran las emociones y relaciones interpersonales, esto es importante, ya que puede servir en la implementación de programas de prevención, con jóvenes, por ejemplo, el consumo de sustancias nocivas para la salud, que la influencia del grupo de amigos y amigas es muy significativa, ya que en las entrevistas la mayoría de jóvenes que mencionaron haberlas probado o han abusado en su consumo, lo hicieron mientras estaban con amigos. Con base a estos datos, se constatan las respuestas dadas en las entrevistas que refieren que, el grupo de amigos pone a prueba a los hombres cuando están en situación para que demuestren su masculinidad consumiendo alcohol y otras drogas, mientras los premian cuando lo hacen, o los sanciona al negarse, llamándolos “jotos” o “niñas”. También es importante recalcar que en los registros delictivos y de accidentes automovilísticos se reporta que

los propiciadores de dichos actos, en una proporción considerable, se encuentran bajo los influjos de alguna droga, lo que les convierte en un peligro para los demás y para sí mismos.

## Referencias

- I. M. J. (2007). *Encuesta Nacional sobre Violencia en el Noviazgo (ENVIN)*. México: INEGI.

# Diseño de un sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas mediante humedal artificial en el municipio de Arandas, Jalisco Citar

Aldo Antonio Castañeda Villanueva<sup>1</sup>✉ y Hugo Ernesto Flores López<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Centro de Universitario de los Altos, Universidad de Guadalajara. Carretera a Yahualica Km 7.5 C. P. 47600 Tepatitlán de Morelos, Jalisco, México, Fax. (378) 7828035.

<sup>2</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, campo experimental Centro-Altos Jalisco, km. 8 carretera Tepatitlán-Lagos de Moreno, Col. Rancho las cruces. CP 47600 Tepatitlán de Morelos, Jalisco, México.

✉ [aldocasta@hotmail.com](mailto:aldocasta@hotmail.com)

## Introducción

El agua es uno de los elementos naturales fundamentales, junto con el aire, la tierra y la energía constituye los cuatro recursos básicos en que se apoya la vida en cualquiera de sus formas, sin embargo, la importancia de su calidad ha tenido un lento desarrollo, solo hasta finales del siglo XIX se le reconoció como origen de numerosas enfermedades infecciosas, hoy en día su importancia, está fuera de toda duda (Oswald, 2011), es uno de los compuestos más abundantes de la naturaleza y cubre aproximadamente las tres cuartas partes de la superficie terrestre, en contra de lo que pudiera parecer, diversos factores limitan su disponibilidad para el uso humano; más del 97% del agua total del planeta se encuentra en los océanos y otras masas salinas, por lo que su utilización es limitada, del 3% restante más del 2% se encuentra en estado sólido, como hielo resultando prácticamente inaccesible, en términos generales solo el 0.62% de toda el agua en el planeta es apta para el hombre y sus actividades domésticas, agrícolas e industriales, este volumen de agua se encuentra en lagos, ríos y acuíferos subterráneos. La cantidad de agua disponible es ciertamente escasa, aunque mayor problema es aun su distribución irregular en el planeta.

por otro lado, el uso de los recursos naturales provoca un efecto sobre los ecosistemas de donde se extraen y en los ecosistemas en donde se utilizan, el caso del agua es uno de los ejemplos más claros y contundentes: un mayor suministro de agua significa una mayor generación de aguas residuales, si se entiende por desarrollo sustentable aquel que permita compatibilizar el uso de los recursos con la conservación de los ecosistemas, entonces se debe propiciar el balance entre la explotación, el tratamiento y el restablecimiento de todos los recursos naturales, incluyendo el agua en todas sus formas y presentaciones (Esponda, 2001). A la mayoría de nosotros nos parece natural tener acceso al agua potable, la usamos para todo, la dejamos correr, siempre estuvo ahí y siempre estará, como el aire que respiramos y también así de imprescindible, sin embargo en tan solo dos décadas se ha duplicado el consumo de agua en nuestro planeta, hoy más de 1,500 millones de personas en el mundo no pueden gozar de este mismo privilegio, se afirma que para el año 2025 la demanda de agua potable será el 56% mayor al suministro disponible (ONU, 2005). En México tanto por sus procesos productivos como por su crecimiento demográfico se cuanta con recursos cada vez más limitados por persona, esta disponibilidad restringida

obedece en parte a la ubicación geocológica de la poblaciones, ya que el 58% del territorio nacional se ubica en ecosistemas semisecos, semiáridos o hiperáridos (desiertos) que no alcanzan el promedio nacional de precipitación anual (775 mm), en estas tierras secas es donde se encuentran los principales distritos de riego donde se produce el 70% del producto interno bruto del sector agroalimentario y donde se riega el 92% de las tierras agrícolas con eficiencias globales del 40%, en este panorama la agricultura es la principal consumidora de las reservas de agua del país con el 78%, seguido por el consumo doméstico con el 12% y el uso industrial con 10% (CONAGUA, 2008/2009).

Se denomina aguas servidas (residuales) a aquellas que resultan del uso doméstico o industrial del agua, otras denominaciones son: aguas residuales, aguas negras o aguas cloacales, en general por haber sido utilizadas en procesos de transformación y/o limpieza, estas aguas constituyen un residuo, algo que no sirve para el usuario directo, en muchas ocasiones están formadas por todas aquellas aguas que son conducidas por el alcantarillado e incluyen, a veces, las aguas de lluvia y las infiltraciones del terreno, estas aguas residuales presentan composiciones muy variadas y son generadas principalmente por las descargas de usos municipales, industriales, comerciales, de servicios, agrícolas, pecuarios, domésticos, incluyendo fraccionamientos y en general, de cualquier otro uso, así como la mezcla de ellas (Kadlec y Knight, 1996). Se considera que el agua está contaminada cuando se ven alteradas sus características químicas, físicas, biológicas o su composición, por lo que pierde su potabilidad para consumo diario o para su utilización en actividades domésticas, industriales o agrícolas (Rodríguez, *et al.*, 2006). En México el 58% de las aguas

residuales generadas son colectadas en los sistemas formales de alcantarillado municipales, estimándose en más de 208 metros cúbicos por segundo, de los cuales solo el 40.2% (83.6 m<sup>3</sup>/s) reciben algún tipo de tratamiento, adicionalmente se generan 190 m<sup>3</sup>/s de aguas residuales de uso no municipal incluyendo a la industria de las cuales solo se tratan 33.7 m<sup>3</sup>/s (17.7%). En el estado de Jalisco la situación es aun mas crítica, ya que solo se tratan 3,493.5 litros por segundo de un total generado mayor a los 14,144 litros por segundo, es decir solo el 24.7% (CONAGUA, 2010). La zona de los Altos ocupa el 16% del área total del estado de Jalisco, forma parte de la cuenca llamada Lerma-Chápala-Santiago, el agua que escurre por todo el territorio alteño pasa a formar parte, del río Lerma o del río Santiago, en temporal, vienen a dar al cauce del río verde, que es un eje hidrológico, la precipitación pluvial anual promedio en el estado es de 800 mm, siendo sensiblemente menor en las regiones de los altos y del norte, lo que provoca un reducido potencial hidrológico en estas zonas, que consecuentemente afecta su desarrollo, sin embargo los Altos es una de las regiones ganaderas más importante de México, por la elevada producción de leche, huevo, carne de res y pollo, esta zona genera más del 17.2% de la producción nacional, por otro lado enfrenta graves problemas ambientales provocados por la elevada concentración de ganado, repercutiendo en la baja calidad del agua en cuerpos de agua superficiales, contaminación microbiológica y eutrofización, complementada por la contaminación originada por descargas de aguas residuales sin tratar de origen: industrial, doméstico, comercial, agropecuario y de retorno agrícola (CEA Jalisco, 2010). Generalmente en el tratamiento de aguas residuales se pueden distinguir hasta cuatro etapas que comprenden procesos químicos, físicos y biológicos: 1) Trata-

miento preliminar, destinado a la eliminación de residuos fácilmente separables y en algunos casos un proceso de pre-aireación, 2) Tratamiento primario que comprende procesos de sedimentación y tamizado, 3) Tratamiento secundario que comprende procesos biológicos aerobios y anaerobios y físico-químicos (floculación) para reducir la mayor parte de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y 4) Tratamiento terciario o avanzado que está dirigido a la reducción final de la DBO, metales pesados y/o contaminantes químicos específicos y la eliminación de patógenos y parásitos. El tratamiento natural de las aguas residuales utiliza procesos biológicos, en particular cierto tipo de plantas presentes en humedales naturales que favorecen el crecimiento de microorganismos en su red reticular y sustrato, que contribuye a la remoción de contaminantes, los cuales son también formas de nutrientes esenciales para las mismas plantas y que son fácilmente adsorbidos tales como; nitrato, amonio y fosfato, muchas especies de estas plantas son capaces de captar, e incluso acumular significativamente metales pesados, como cadmio y plomo (Romero, et al., 2009), la velocidad de remoción de contaminantes mediante Humedales Artificiales (HA) con plantas varía extensamente, dependiendo de la velocidad de crecimiento de la planta y de la concentración del contaminante en el tejido de la planta; las leñosas, es decir, árboles y arbustos, proporcionan un almacenamiento a largo plazo de contaminantes, comparado con las plantas herbáceas, sin embargo, la velocidad de captación de contaminante por unidad de área de tierra es a menudo, mucho más alta para las plantas herbáceas tales como los carrizos comunes y las totoras de estanques (macrófitas). Las algas pueden también proporcionar una cantidad significativa de nutrientes captados, pero son más susceptibles a los efectos

tóxicos de metales pesados, el almacenaje de nutrientes en algas es relativamente a corto plazo, debido al rápido ciclo de rotación de las algas (corto periodo de vida). Las bacterias y otros microorganismos en el suelo también proveen, captan y almacenan nutrientes y otros contaminantes del agua a corto plazo (Benefield y Randall, 1980). En muchos lugares del mundo, se han empleado humedales artificiales mediante macrófitas palustres, con éxito como una alternativa ecológica para la remoción de nutrientes de aguas eutrofizadas (Jiang y Xinyuan, 1998), esta constituye una alternativa técnica, económica y ambientalmente viable ya que requiere poca especialización del personal para su manejo, posee bajo costo de mantenimiento, crea nuevos hábitats para la vida silvestre y protege de manera indirecta la salud e intereses de la población (Rivas Hernández, *et al.*, 2005), estas plantas sirven para depurar el agua mediante bacterias microbianas que se ubican en sus raíces, sedimentan los contaminantes y materia orgánica depurándola de forma totalmente ecológica y natural, estas plantas, además de utilizarse como sistemas para depurar el agua tienen otras posibilidades de aprovechamiento como para alimentación del ganado, de peces y otros animales acuáticos o bien como fertilizante para suelos y cultivos (Dallas, 2005), también tienen uso medicinal, en cosmetología, producción de celulosa o incluso como fuente de producción de biogás (Hammer y Bastian, 1989). Por otra parte diversos autores entre otros Fenoglio (2000) compara la capacidad de retención de materiales orgánicos, medidos como demanda bioquímica de oxígeno (DBO), de dos materiales utilizados como sustratos para las plantas geófitos en humedales artificiales como: el tezontle y la grava, en ambos casos se observó una eficiencia de retención superior a 90 % a los 20 días de estar en contacto con el agua re-

sidual (Madigan, *et al.*, 2004), pero el tezontle es ligeramente más eficiente que la grava, el mismo autor menciona que el verdadero efecto de remoción de la materia orgánica tiene lugar una vez que los microorganismos se encuentran depositados sobre el material de soporte. También es sabido que el tezontle tiene una amplia superficie de contacto, por lo que los microorganismos se asocian en mayor medida a este material y tienen mayor actividad para la degradación de la materia orgánica que se encuentra en el agua residual, por lo que el sustrato es el soporte para las plantas macrofitas, así como un medio de fijación para los microorganismos y funciona como conductor hidráulico (Faulkner y Richardson, 1989). Los microorganismos son la parte fundamental del funcionamiento de los humedales, ya que de ellos depende la eficiencia en la remoción de los contaminantes: contribuyen a la degradación de la materia orgánica y a la transformación de compuestos nitrogenados y de fósforo contenidos en las aguas residuales, a compuestos más simples (Brix, *et al.*, 2001), las diferentes especies de plantas acuáticas que se utilicen son importantes, debido a que difieren en su capacidad de depuración del agua residual, en la remoción de nutrimentos específicos, de elementos traza y de compuestos potencialmente tóxicos como los metales pesados (Gopal, 1999). Actualmente en humedales artificiales para tratamiento de aguas se ha utilizado con éxito principalmente la especie *Phragmites australis*, comúnmente llamada carrizo o caña de río (Cooper 1999, Quipuzco, 2002). De igual forma en varios estados de la república como; Michoacán, Nayarit, Colima, Chihuahua, Estado de México, Hidalgo, Oaxaca, Tamaulipas, Tlaxcala y el Distrito Federal se han instalados sistemas naturales basados en estos tipos de plantas para el tratamiento de aguas residuales (CNA, 2007).

El objetivo de este trabajo es el de diseñar un sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas para la población de Martínez Valadez, municipio de Arandas Jalisco, que sea adecuado técnica, económica, operacional y socialmente, cumpliendo con las normas oficiales vigentes, evitando la contaminación de ríos y arroyos de la cuenca, generando agua tratada adecuada para el uso en riego agrícola.

## Materiales y metodología

### Datos generales

#### Paramentarios de diseño:

Número de habitantes: 500.

Generación de aguas residuales promedio: 250 lts/hab.día.

Temperatura promedio anual: 19 °C (8-30 °C).

Altura de la población: 1880 msnm.

Precipitación promedio anual: 889 mm.

#### Análisis de aguas residuales:

DBO total: 756 mg/L (NOM-001: 20 mg/L).

Grasa y aceites: 175 mg/L (NOM-001: <25 mg/L).

Salidos sedimentables totales: 3.2 ml/L (NOM-001: <1 ml/L).

Sólidos Suspendidos Totales (SST): 420 mg/L (NOM-001: 75 mg/L).

Nitrógeno total: 98 mg/L (NOM-001: 25mg/L).

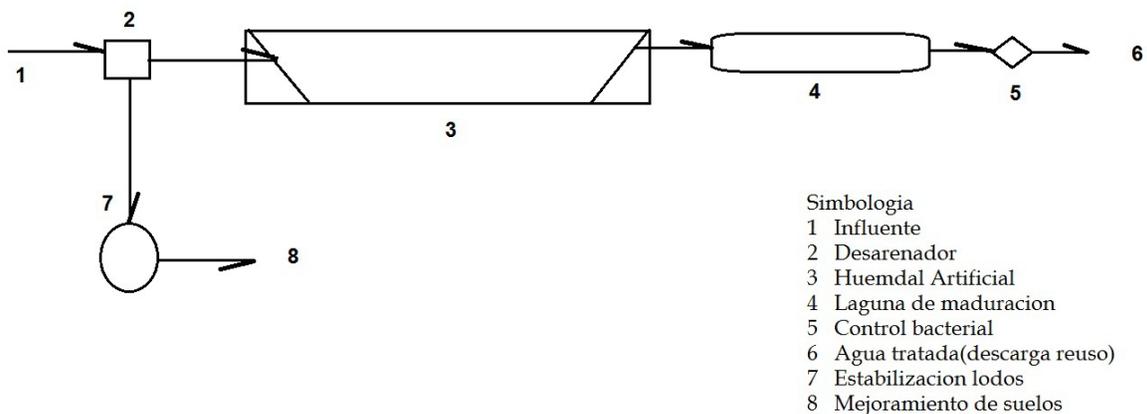
Fosforo total: 65 mg/L (NOM-001: 20mg/L).

Organismo coliformes totales: 49,320 NMP/100 (NOM-001: <1000).

Huevos de helmintos: 3 HH/L (NOM-001: <1).

#### Cálculos básicos:

Caudal:  $(Q)=(250)(500)/1000= 125\text{m}^3/\text{día}$ .



**Cuadro 1.** Diagrama de flujo.



**Figura 1.** Área para la instalación del sistema de tratamiento en Martínez Valadez, Jal.



**Figura 2.** Agua residual sin tratamiento generada en la población de Martínez Valadez, Jal.



**Figura 3.** Especímenes de galadiolos en humedal de Ojo Zarco de Fuentes, Jal., para trasplantar en humedal de Martínez Valadez, Jal.

Constante velocidad de reacción (1° Orden):  $K_r = K_{20} (1.06)^{(t-20)}$ .

$t$ =temperatura agua a la entrada del HA promedio anual (°C)=19 °C.

$K_{20}$ = Constante dinámica de referencia a 20 °C=1.35 /día (agua residual domestica).

$K_r = 1.35 (1.06)^{(19-20)}$ ;  $K_r = 1.2736$  /día.

Parámetro de control y diseño: Demanda Bioquímica de Oxígeno en 5 días (DBO<sub>5</sub>).

Tiempo de retención hidráulica (TRH):  $TRH = -\ln(C/C_0)/K_r$ .

$C = DBO_5$  a la salida, (20 mg/L),  $C_0 = DBO_5$  a la entrada (756 mg/L).

$TRH = -\ln(20/756)/1.2736$ ;  $TrH = 2.85$  días (3 días mínimo).

Carga Orgánica (Lorg):  $Lorg = (C)(p)(n)/TRH$ .

$p$ =profundidad del sustrato ( $p$ )= 0.60,  $n$ =índice de porosidad del sustrato (tezontle medio 32mm)=0.4,  $Lorg = (756)(0.6)(0.4)/3 = 60.48$  gramos de DBO/m<sup>2</sup>·día.

Con 5 días de TRH:  $Lorg = 36.3$  gramos DBO/m<sup>2</sup>·día

Dimensiones generales del Humedal Artificial (Ley de Darcy para flujo en medio poroso): Área superficial del HA ( $A_s$ ),  $A_s = Q TRH/p n = (125)(3)/(0.60)(0.4) = 1562.5$  m<sup>2</sup>.

Ancho ( $W$ )=  $(A_s/R)^{(0.5)}$ ,  $R$ = relación ancho: largo= 1:3 (flujo tipo tapón, régimen laminar).  $W = (1562.5/3)^{(0.5)} = 22.82$  m.

Largo ( $L$ )= $A_s/W$ .

$L = 1562.5/22.82 = 68.46$ m, Carga hidráulica =  $Q/A_s = 125/1562.5 = 0.08$  m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>-día.

## Resultados

Por las condiciones de operación, se selecciona un humedal de tipo sub superficial, con flujo horizontal, con una profundidad de sustrato (tezontle de ¾ ") de 60 cm, con las siguientes dimensiones: ancho 23 m, largo 60 m.

## Requerimientos

- Canal para la desviación temporal de la descarga.
- Mecánica de suelos, curvas de nivel...
- Acondicionamiento del terreno: Excavación del humedal y la laguna de maduración, impermeabilización, aludes perimetrales, tuberías de conducción, pendientes y niveles hidrodinámicos..
- Localización de especímenes de plantas (carrizos, tule, gladiolos...)
- Obra civil: desarenador, trampa de grasas, estabilizador de lodos, conexiones...
- Colocación del sustrato (900 m<sup>3</sup>).
- Trasplante de plantas (1° etapa: 3,200).
- Saturación de humedal (periodo de arranque y operación).
- Trasplante de plantas (2° etapa: 3,200).
- Periodo de desarrollo de plantas.
- Nivelación hidráulico del humedal (crecimiento reticular).
- Periodo de optimización (3° etapa de trasplante).
- Control y mantenimiento.
- Aprovechamiento de las fosas actuales; depósitos de agua tratada para riego, unidad de acuicultura, etc...

## Referencias bibliográficas

- American Public Health Association (APHA). 2000. Standard methods for the examination of water and wastewater. 20th Edition. Washington D.C. USA.
- Brix, H., Arias, C. y Bubba, M. 2001. Media selection for sustainable phosphorus removal in subsurface flow constructed wetlands. Water Sci. Technol. 44, 47-54.pp.
- Benfield, L. y Randall, C. 1980. *Biological process designs for wastewater treatment*. Prentice Hall Inc. Englewood Cliffs, N.J.
- Castañeda, A. 2008. Memorias del 2° Congreso internacional sobre gestión y tratamiento integral del agua en Cap. 6 "Diseño e instalación de un sistema para el tratamiento y reuso de aguas residuales domesticas mediante humedales artificiales".

- Editorial Fundación ProDIT Córdoba Argentina, 484-494 pp.
- CEA Jalisco 2010. Agenda del Agua 2013. [publicación en línea]. Disponible desde internet en: [http://www.ceajalisco.gob.mx/transparencia/pdf/agenda\\_agua2030.pdf](http://www.ceajalisco.gob.mx/transparencia/pdf/agenda_agua2030.pdf) [consultado: 07.Diciembre 2012].
- CNA. 2007. *Situación del subsector agua potable, alcantarillado y saneamiento*. Comisión Nacional del Agua.
- Comisión Nacional del Agua. 2008. Estadísticas del agua en México 2008 sobre sequía, México, CONAGUA. Capítulo 2.
- \_\_\_\_\_. 2009. Sistema nacional de información del agua (SINA). México CONAGUA.
- \_\_\_\_\_. 2010. Estadísticas del agua en México 2010. México CONAGUA.
- Dallas, S. 2005. "Reedbeds for the Treatment of Las aguas grises as an Application of Ecological Sanitation in Rural Costa Rica, Central America." Murdoch University, Western Australia.
- Esponda, A. 2001. Arranque de un sistema experimental de flujo vertical a escala piloto de tipo humedal artificial para el tratamiento de aguas residuales. Tesis de Licenciatura. Facultad de Química. Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Faulkner, S. y Richardson, C. 1989. *Physical and chemical characteristics of freshwater wetlands soils*. Lewis Publishers. Tennessee, 805 pp.
- Fenoglio, L. 2000. Bases de diseño para la construcción de un reactor biológico experimental basado en los sistemas de humedales de flujo vertical. Tesis de Licenciatura. Facultad de Química. Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Kadlec, R. y Knight, R. 1996. *Treatment Wetlands*. CRC Press. Lewis Publishers, Boca Raton, FL, USA
- Gopal, B. 1999. Natural and constructed wetlands for wastewater treatment: potentials and problems. *Water Sci. Technol.* 40, 27-35 pp.
- Jiang, Z. y Xinyuan, Z. 1998. Treatment and utilization of wastewater in the Beijing Zoo by an aquatic macrophyte system. *Ecological Engineering* 11, 101-110 pp.
- Llagas, W. y Gómez, E. 2006. Diseño de humedales artificiales para el tratamiento de aguas residuales en la UNMSM. *Revista del Instituto de Investigaciones FIGMMG* Vol. 15, N° 17, 90 pp.
- Hammer, D. y Bastian, R. 1989. «Wetlands ecosystems: natural water purifiers», Capítulo 2 en *Constructed wetland for wastewater treatment*, edited by D.A. Hammer, Lewis Publishers, Chelsea, MI.
- Madigan, M., Martinko, J. y Parker, J. 2004. *Brook, Biología de los Microorganismos*. Pearson Prentice Hall. Madrid, España. 1096 pp.
- Norma Oficial Mexicana NOM-002-SEMAR-NAT-1996. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.
- Norma Oficial Mexicana NOM-003-SEMAR-NAT-1997. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reusen en servicios al público.
- Organización de las Naciones Unidas. 2005. Secretary of the Publications Board, United Nations, New York, N.Y. 10017, USA.
- Oswald, U. 2011. Retos de la investigación del agua en México. UNAM.CRIM. México.
- Quipuzco, E. 2002. Evaluación del comportamiento de dos pantanos artificiales instalados en serie con *Phragmites australis* para el tratamiento de aguas residuales domésticas. *Rev. Inst. Investig. Fac. Minas Metal. Cienc. Geogr.* 5, 52-57 pp.
- Rivas-Hernández, A., et al. 2005. Uso de humedales, alternativa ecológica y sustentable para la recuperación del lago de Pátzcuaro, México. CONAGUA. Resúmenes, 134 pp.
- Rodríguez, A., et al. 2006. Remoción de nitrógeno en un sistema de tratamiento de aguas residuales usando humedales artificiales de flujo vertical a escala de banco. *Tecnol. Ciencia Ed.* 21, 25-33 pp.
- Romero-Aguilar, M., et al. 2009. Tratamiento de aguas residuales por un sistema piloto de humedales artificiales: evaluación de la remoción de la carga orgánica. *Revista internacional de contaminación ambiental*, vol. 25, núm. 3, UNAM, México. 157-167 pp.

# Estudios de calidad del agua previos a la construcción de una hidroeléctrica en el río San Pedro, Nayarit Citar

Javier García Velasco, Sergio Honorio Contreras Rodríguez, Martha Georgina Orozco Medina, Beatriz Rodríguez Pérez, Cinthia Barajas García, Gabriela Hernández Pérez y Aurora Rosas Ramírez

Departamento de Ciencias Ambientales, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Camino Ing. Ramón Padilla Sánchez No. 2100, La Venta del Astillero, 45221, Zapopan, Jalisco, México.

## Introducción

El ambiente se daña seriamente debido a la contaminación del agua, muchos organismos que viven y se reproducen en el agua son afectados por la contaminación de la misma, esto puede alternativamente lastimar el ciclo vital de otras especies animales y vegetales acuáticos.

La calidad del agua interesa desde diversos puntos de vista:

- Utilización fuera del lugar donde se encuentra (agua potable, usos domésticos, urbanos e industriales, riego).
- Utilización del curso o masa de agua (actividades recreativas: baño, remo, pesca, etc.)
- Como medio acuático, que acoge especies animales y vegetales

En México las especificaciones de contaminantes y de calidad se señalan en los “Criterios Ecológicos de Calidad del Agua CCA-001-89” y la “NOM-127-SSA1-1994 “Salud Ambiental, Agua Para Uso y Consumo Humano-límites Permisibles de Calidad y Tratamiento a que debe Someterse el Agua para su Potabilización”, los cuales presentan gran similitud con los principales lineamientos que en esta materia existen en diversos países tanto de América como de Europa.

La construcción de hidroeléctricas en los ríos acarrea diversos problemas, como pueden ser el asoleo de aguas debajo de la cuenca, usos productivos, de esparcimiento, receptor de aguas residuales, introducción de especies exóticas, etc, por lo que una evaluación inicial en el río de sus características de calidad es fundamental para su correcta gestión de los recursos hídricos.

## Objetivos

1. Determinar en el agua del río San Pedro, parámetros como:

- Microbiológicos: Organismos coliformes totales, organismos coliformes fecales, huevos de helminto y plancton (fitoplancton y zooplancton).
- Físico químicos: Alcalinidad (como  $\text{CaCO}_3$ ), color, turbiedad, cianuros (como  $\text{CN}^-$ ), cloruros (como  $\text{Cl}^-$ ), conductividad eléctrica, dureza total (como  $\text{CaCO}_3$ ), fenoles o compuestos fenólicos, fluoruros (como  $\text{F}^-$ ), pH (potencial de hidrógeno) en unidades de pH, sólidos disueltos totales, sólidos suspendidos totales, sulfatos (como  $\text{SO}_4^{=}$ ), sustancias activas al azul de metileno (SAAM), trihalometanos totales, grasas y aceites, oxígeno disuelto, demanda biológica de oxígeno ( $\text{DBO}_5$ ), demanda química de oxígeno (DQO), y turbiedad Secchi

- Metales pesados: aluminio, arsénico, bario, cadmio, cobre, cromo total, fierro, manganeso, mercurio, plomo, sodio, zinc.
- Plaguicidas: aldrin y dieldrin (separados o combinados), clordano (total de isómeros), DDT (total de isómeros), gamma-HCH (Lindano), hexaclorobenceno, heptacloro y epóxido de heptacloro, metoxicloro, 2,4-D.
- Nutrientes: nitratos (como N), nitritos (como N), nitrógeno amoniacal (como N), fósforo total, fosforo de ortofosfatos.

2. Elaborar el Índice de Calidad del Agua (ICA) para los sitios estudiados.

3. Evaluar los resultados con la normativa vigente.

## Metodología

Se incluyeron las siguientes etapas:

- Cuenca de escorrentia del río San Pedro.
- Localización de los puntos de muestreo.
- Toma de muestras.
- Análisis de parámetros de campo.
- Analisis de parámetros de laboratorio.
- Evaluación de resultados con la normatividad aplicable.
- Descripción y presentación de resultados.

Para los muestreos se seleccionaron 8 puntos de muestreo representativos del área de estudio, los cuales se denominaron: San Blasito, Cortina, Afluente el Naranjo, San Pedro Ixcatan, Vado de San Pedro, Tuxpan, Mexcaltitan y Boca del Camichin. Se realizaron 3 muestreos; el primero se realizo en octubre y noviembre de 2008; el segundo

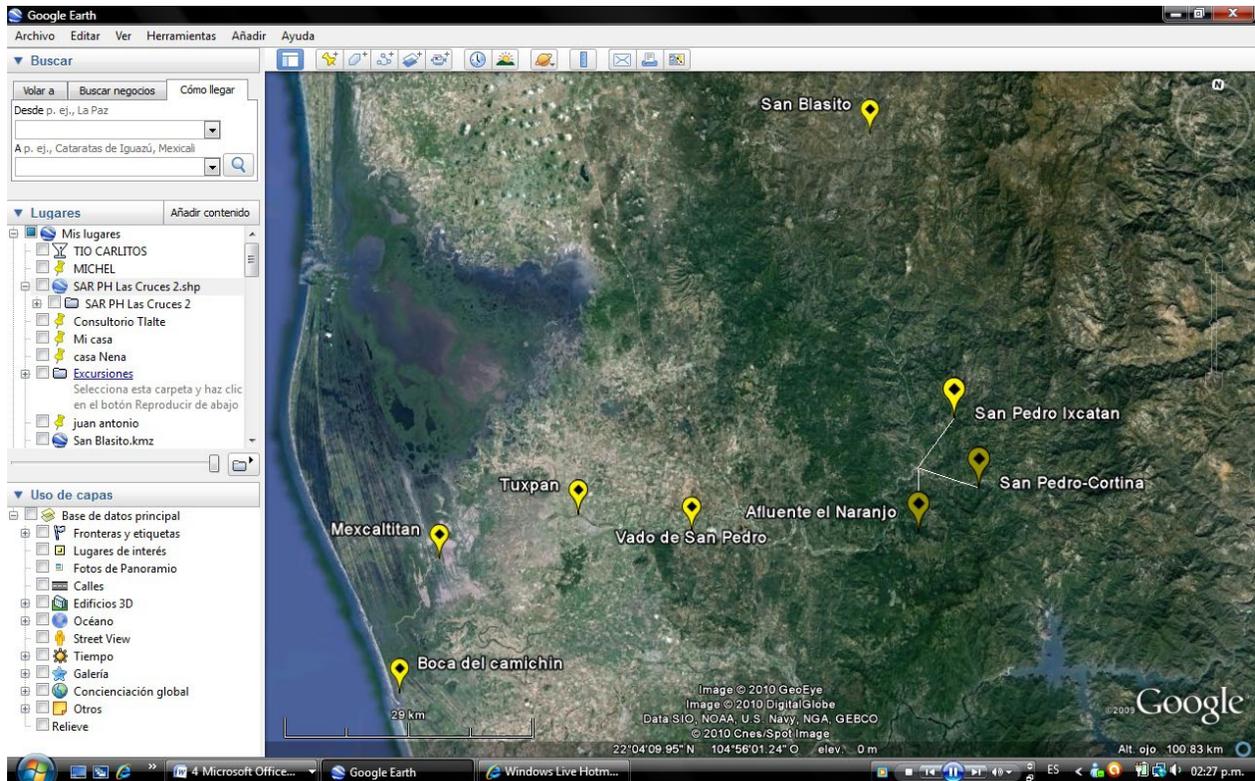


Figura 1. Ubicación de los sitios de muestreo en el río San Pedro, Nayarit.

en junio de 2009 y el tercero en septiembre de 2009.

El muestreo de agua se realizó según los lineamientos técnicos establecidos en los métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales, (APHA, AWWA-WDCF 1992), y los lineamientos técnicos establecidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-AA-14-1980 “Cuerpos receptores, muestreo”,

### Resultados

Dado que el numero de datos que este estudio genero es muy grande, se presentan

a manera de síntesis de los mismos, y como ejemplo, los datos de parámetros fuera de los limites que marca la normativa (Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994 y Criterios Ecológicos de Calidad del Agua CCA-001-89) en dos estaciones de muestreo, así como una visión global de la calidad del agua expresado como índice de calidad del agua.

Los parametros fuera de NOM 127, más usuales fueron: Aluminio, Arsénico, Bario, Cloruros, Coliformes totales, Coliformes fecales, Color, Dureza Total, *E. Colli*, Fenóles, Fluoruros, Hierro, Manganeso, Mercurio, Nitritos, Nitrógeno amoniacal, Plomo, SD-T, Sodio, Sulfatos y Turbiedad.

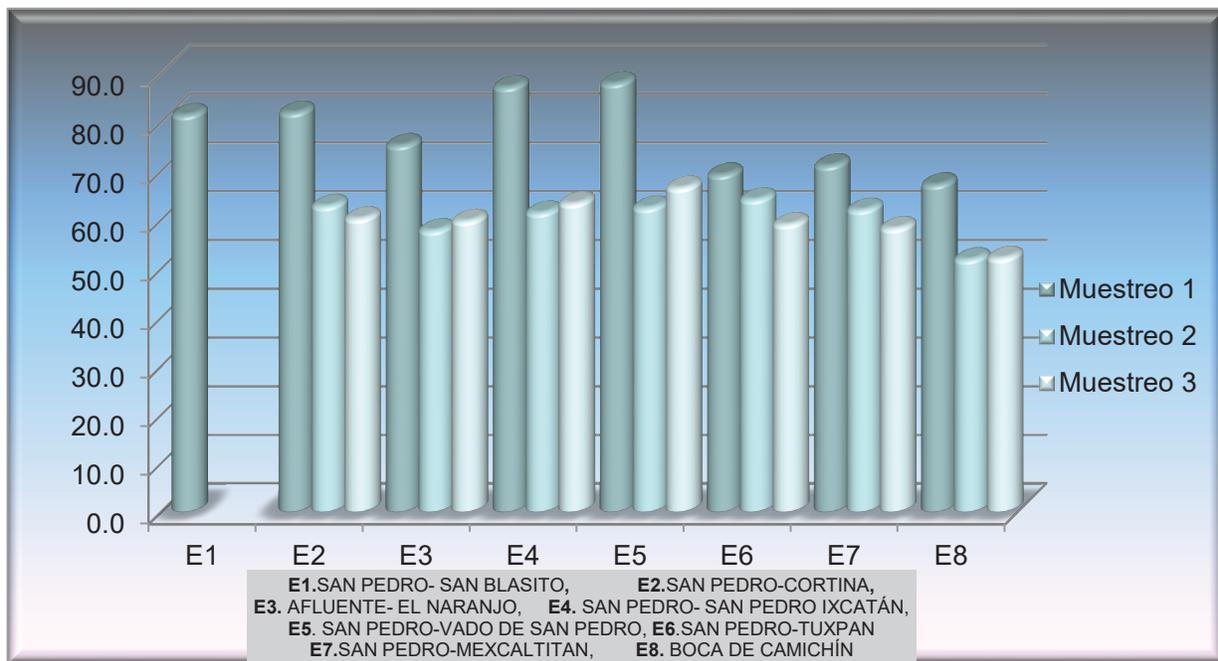


Figura 2. Índice de Calidad del Agua (ICA).

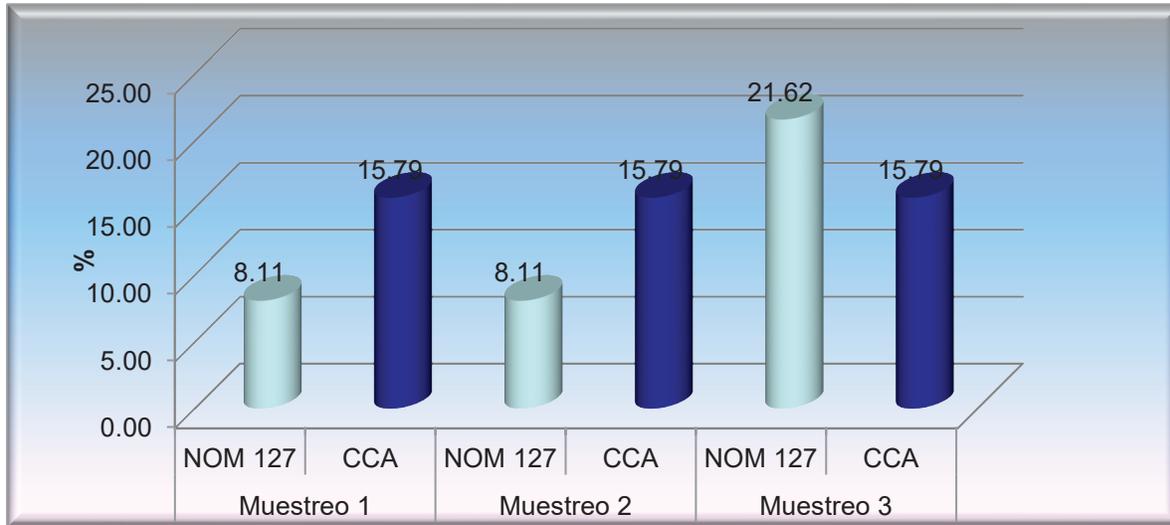


Figura 3. Parámetros fuera de norma estación cortina.

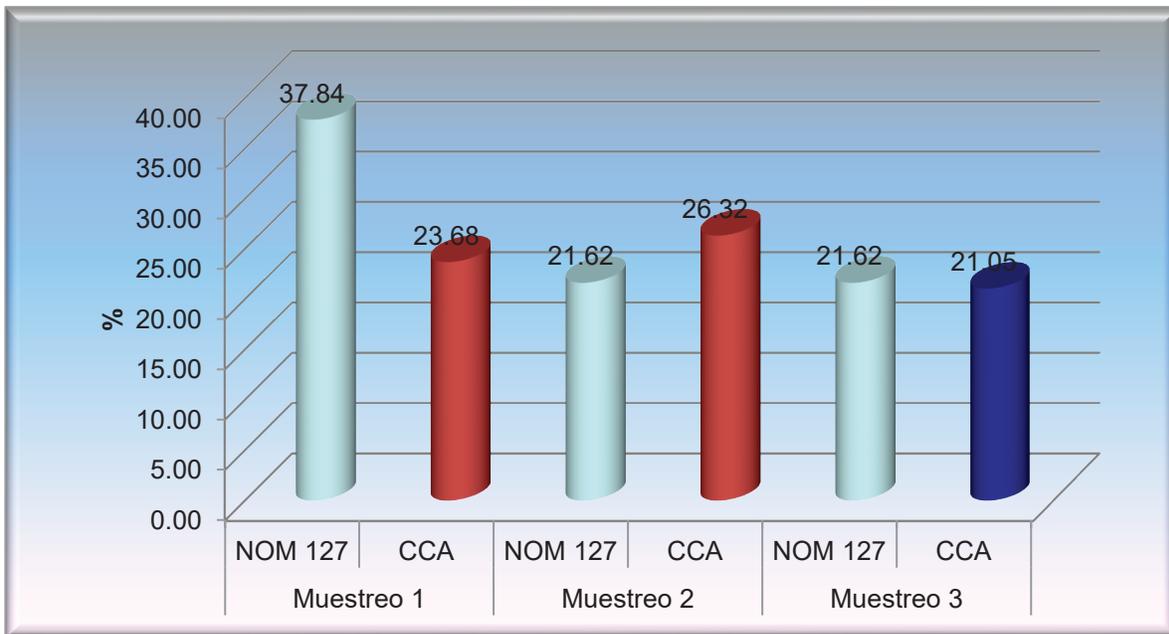


Figura 4. Parámetros fuera de norma estación Boca de Camichines.

### Conclusiones

La calidad del agua observada en el presente estudio es de mucha mejor calidad que la de otros ríos del occidente de México, lo que permite inferir que su cuenca conserva aun condiciones aptas para la mayoría de usos y los riesgos son mínimos para la po-

blación, siendo un referente de calidad para futuros usos del mismo.

### Bibliografía

CE-CCA-001-89. (1989). Acuerdo Por El Que Se Establecen Los Criterios Ecológicos De Calidad Del Agua. Diario Oficial de la Federación. México.

Estudio de Protección de Centrales Hidroeléctricas de las Fuentes de Contaminación que Afectan su Operación. De la P.H. Caracol, en el Estado de Guerrero. 1994. Consultoría Eco-Ingeniería S.A. NOM-127-SSA1-1994. (1994). Salud Ambiental, Agua Para Uso y Consumo Humano-límites Permisibles de Calidad y Tratamiento a que debe

Someterse el Agua para su Potabilización. Diario Oficial de la Federación. México. Norma Oficial Mexicana. Secretaria de Salud.  
Guías para la Calidad del Agua Potable. Volumen 2. Criterios relativos a la salud y otra información de base. Organización Panamericana del Salud. 1987.

# La gestión del Área Estatal de Protección Hidrológica Cerro Viejo Chupinaya los Sabinos: Un primer eslabón en la creación del Anillo Verde del Lago Chapala Citar

Ofelia Pérez Peña, Ana Isabel Ramírez Quintana, Rodrigo Quiroz Muñoz y Elizabeth Rodríguez Castillo.

Universidad de Guadalajara, Departamento de Ciencias Ambientales, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Camino Ing. Ramón Padilla Sánchez No. 2100, La Venta del Astillero, 45221, Zapopan, Jalisco, México.

## Resumen

El pasado 21 de mayo de 2013, se declaró el Área Estatal de Protección Hidrológica Cerro Viejo-Chupinaya-Los Sabinos. La importancia de esta área natural protegida (ANP) radica en tres hechos fundamentales: 1) se trata de una Región Terrestre Prioritaria por la calidad de sus reservas de bosque mesófilo y de montaña que albergan más de 960 especies identificadas de flora y fauna; 2) es una Región Hidrológica Prioritaria por el caudal y utilidad de sus recursos acuíferos que desembocan en el lago Chapala y la laguna de Cajititlán; y 3) es un Área de Importancia para la Conservación de las Aves, debido a su ubicación estratégica como santuario para aves migratorias como: Garzas, *Ardea Herodia* (garzas cenizas), *Nycticorax* (garza nocturna coroninegra), *Casmerodius Albus* (garzón blanco), *Charadriidae* (chorlos, chorlitos) y *Anatidae* (patos, cisnes, gansos). Asimismo se trata de un sitio que provee importantes servicios ambientales a las poblaciones ribereñas del Lago Chapala y a los millones de habitantes que viven en la zona conurbada de Guadalajara.

Con esta declaratoria, Jalisco cuenta con tres áreas naturales protegidas a nivel estatal. El reto, ahora es garantizar que ese decreto no sólo sea de papel; sino que, efecti-

vamente cumpla con los fines para los cuales el área fue protegida legalmente.

En este trabajo se presentan los resultados y retos de la gestión de esta ANP, realizada en sinergia por investigadoras e investigadores del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad de Guadalajara, (Cucba UdG), del Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social (Ciesas), funcionarias de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat) junto con autoridades municipales de Joco-tepec y Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco.

## Introducción

La Gestión Ambiental puede definirse como un proceso constituido por un conjunto de instrumentos, normas y actividades encaminadas a resolver, mitigar y/o prevenir los problemas de carácter ambiental, con el propósito de caminar hacia un manejo integral del sistema ambiental. La cuenca del Lago Chapala por su relevancia ambiental es un sitio estratégico para avanzar desde la gestión hacia un equilibrio entre las actividades antrópicas y la protección y conservación de los recursos naturales.

La participación de los investigadores y académicos de las instituciones educativas en sinergia con las autoridades de los distintos niveles de gobierno ha sido determinante en la gestión del Área Estatal de Protección Hidrológica Cerro Viejo-Chupinaya - Los Sabinos como un primer eslabón hasta lograr conformar el Anillo Verde del Lago Chapala que protegerá cerca de 100,000 hectáreas de los bosques que circundan el lago.

### La gestión del ANP

Existen cuatro factores importantes a tener en cuenta en la conservación y el manejo sustentable de recursos naturales en las áreas naturales protegidas que gracias a la gestión se empezaron a detonar en la nueva área estatal, aunque aún falta todo un largo camino por recorrer, para que el área en cuestión logre sus objetivos de conservación : 1) la fundamentación legal y la aplicación de las políticas de protección, conservación y aprovechamiento sustentable, 2) la inversión económica en programas y proyectos y ejecución del Programa de Aprovechamiento, 3) el funcionamiento de mecanismos eficientes para la participación local por parte de los propietarios y ciudadanos interesados en el área, 4) el establecimiento de una autoridad que administre el territorio protegido.

La primera condicionante se cumple en parte con la declaratoria del Área Estatal de Protección Hidrológica Cerro Viejo Chupinaya Los Sabinos emitida por el gobierno estatal el 21 de mayo de 2013 y que protege 23,176 hectáreas de ecosistemas presentes en los municipios de Jocotepec, Ixtlahuacán de los Membrillos, Tlajomulco de Zúñiga, y Chapala.

La propuesta formal de esta declaratoria inició el 10 de marzo de 2008, cuando el Presidente del Municipio de Jocotepec Felipe de Jesús Rangel Vargas y el Presidente de Tlajomulco de Zúñiga José Antonio Tatenango Ureña, enviaron al Dr. Ernesto Christian Enkerlin Comisionado Nacional de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) una solicitud para la realización de los estudios técnicos justificativos que sirvieran de base para la declaratoria de esta área de importancia nacional. Esta solicitud fue producto de la gestión previa de la Dra. Ofelia Pérez Peña, investigadora del Cucha, UdG, el Dr. Gabriel Torres González, investigador del Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social (Ciesas) y la Mtra. Isabel López Ribera, funcionaria de Semarnat, Jalisco. A esta propuesta se sumaron muchos ciudadanos quienes en años anteriores habían participado en diversas acciones de protección de los recursos naturales de la zona como: el experto en flora José Antonio Machuca Núñez, el Comisariado del Ejido de Ajijic Ramón Vargas Chávez, el escultor y pequeño propietario Jorge de la Peña. Así también, desde el 2010, apoyaron esta iniciativa los presidentes municipales pertenecientes a la Asociación Intermunicipal para la Protección del Medio Ambiente y el Desarrollo Sustentable del Lago de Chapala (Aipromades), tanto por quienes estuvieron en funciones durante el período 2010-2012, así como por quienes entraron al renuevo en el período 2012-2015 y durante la gestión de Juan Manuel Torres González y Sergio Ramón Quintero, Presidentes del Consejo y Miguel Ángel León Corrales Director General. En ese sentido, los presidentes directamente involucrados en el ANP (Jocotepec, Ixtlahuacán de los Membrillos, Chapala y Tlajomulco de Zúñiga) fueron apoyados por los presidentes de los otros 13 municipios que forman parte de Aiproma-

des como: La Manzanilla de la Paz, Tizapán el Alto, Tuxcueca, Juanacatlán, Poncitlán, Ocotlán, Tototlán, Zapotlán del Rey, Jamay, La Barca, Atotonilco, Ayotlán y Degollado, quienes además propusieron hacer los estudios correspondientes para complementar un Anillo Verde alrededor del Lago Chapala (Figura 1) . En estas gestiones también participaron los Diputados Federales, Felipe de Jesús Rangel Vargas y Lic. Omar Osiel Niaves Pérez expresidente municipal de Tototlán y el Diputado Local Juan Manuel Alatorre Franco, expresidente municipal de Ocotlán.

gestionaron recursos por parte de Aipromades durante el período de 2010-2012, por un monto de \$ 4'300,000.00 para realizar las acciones necesarias para la concreción del ANP y su ampliación al Anillo Verde del Lago Chapala. Para ese propósito, especialistas del Cucba UdG, del Ciesas, de la Secretaría de Desarrollo Rural (SEDER) y personal de la iniciativa privada, cada quién de acuerdo con su especialidad, participaron en acciones vinculadas a los estudios técnicos justificativos, en la promoción de una serie de acciones de educación ambiental dirigidas a diversos públicos; así como, en la construcción de diversas obras y desarrollo de otras actividades contempladas en el Programa de Aprovechamiento. Entre las acciones más significativas se realizaron:

La segunda condicionante referente a la inversión en programas y proyectos y desarrollo del Programa de Aprovechamiento, aún sin declararse el ANP, con el apoyo técnico de investigadores y académicos se



Figura 1. Propuesta de Anillo Verde del Lago Chapala.

1). Campañas de sensibilización y educación con estudiantes de escuelas primarias y secundarias de los cuatro municipios comprendidos en el área de la ANP. En las campañas realizadas entre febrero del 2010 y noviembre del 2012 se involucraron de distintas formas un total de 20,199 escolares. Se visitaron 75 escuelas de los diversos municipios comprendidos para dar a conocer el proyecto y sensibilizar acerca de la importancia de protección de todos los bosques que rodean al lago Chapala. Así también, como parte del seguimiento de estos proyectos se celebró un evento magno realizado en Chapala con 100 guardianes del bosque voluntarios dispuestos a contribuir en la difusión y el cuidado de los recursos naturales de sus localidades. Otra acción importante de sensibilización, fue el establecimiento de tres senderos interpretativos en los municipios de La Manzanilla de la Paz, Tuxcueca y Jocotepec, para acercar a los escolares al conocimiento de sus riquezas naturales. En estas acciones jugaron un papel relevante los estudiantes egresados de la carrera de Biología de la UdeG.

2) Campaña de información y sensibilización con ejidos, comunidades indígenas y público en general. Estas tuvieron por objeto informar de la propuesta del área y hacer partícipes a los propietarios de la tierra en las acciones de zonificación. En el caso del Área de Cerro Viejo Chupinaya los Sabinos se visitó casi el 100 % de los ejidos y comunidades involucrados y se visitaron las principales plazas de los municipios para difundir la propuesta.

3) Parcelas demostrativas . Se promovieron 10 parcelas con cultivos alternativos y agrosilvopastoriles en los ejidos de La Cañada municipio de Ixtlahuacán de los Membrillos, Potrerillos y San Cristóbal del municipio de Jocotepec , Ejido San Antonio de

Chapala, Ejido de San Miguel Cuyutlán del municipio de Tlajomulco de Zúñiga, entre otros.

4) Obras diversas. En este renglón se rehabilitaron y construyeron bordos para captación de agua de lluvia en los ejidos de Potrerillos municipio de Jocotepec, San Miguel Cuyutlán, municipio de Tlajomulco de Zúñiga, Ajijic y San Antonio del municipio de Chapala, y la Cañada del municipio de Ixtlahuacán de los Membrillos. Así como la construcción de un vado en Potrerillos, y sendero interpretativo y rehabilitación del camino del sendero en Rancho Viejo, municipio de Ocotlán, Jalisco. Por otra parte, se construyeron dos miradores y una caseta de vigilancia en apoyo al proyecto ecoturístico de la Comunidad Indígena de San Cristóbal, municipio de Jocotepec. El sentido de estas obras y acciones realizadas fue con el fin de preparar el camino para el funcionamiento del área natural protegida y establecer condiciones más favorables para la participación de los ciudadanos interesados en las ANP's. En especial, interesa que los dueños propietarios de los recursos empiecen a gozar de los beneficios que reporta el vivir en un ANP.

La tercera y cuarta condicionante respecto a mecanismos eficientes de participación local y administración del sitio están en proceso de desarrollo y ya se registran avances importantes. Por un lado, los ejidos han unido esfuerzos para conformar la Unión de Ejidos Cerro Viejo Chupinaya Los Sabinos, y por el otro, la autoridad competente formó el Consejo Asesor del área protegida. Asimismo se está en vías de establecer un reglamento de funcionamiento del Consejo y de definirse el mecanismo de administración del sitio.

Como se puede apreciar a diferencia de otras áreas, en el caso de Cerro Viejo Chupinaya Los Sabinos, se están dando las bases y se abren las posibilidades para que se avance en el cumplimiento de estas condicionantes. La primera con la expedición del decreto el cual se podrá reforzar en el momento en que Jalisco cuente con el Reglamento de la Ley Estatal del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, y se inscriba el área en el Registro Público de la Propiedad; la segunda, con las gestiones que se han hecho y que habrán de potenciar las instancias involucradas en la protección del sitio, así como con la aplicación oportuna, eficiente, equilibrada y adecuada de recursos en cada uno de los componente del Programa de Aprovechamiento. La tercera y cuarta con la participación local desde la promoción de la protección del área y el reforzamiento de esta participación, así como el funcionamiento y el liderazgo ambiental que puedan ejercer la reciente creación de la Unión de Ejidos y la formación del Consejo Asesor del Área. En estos retos la gestión, investigación y educación que se promueva desde las universidades escuelas y centros de investigación será determinante.

## Retos y perspectivas

Con la declaratoria del área de protección hidrológica Cerro Viejo Chupinaya Los Sabinos y los avances registrados se ha dado un primer paso. Ahora, el reto es establecer el Anillo Verde para proteger el resto de las zonas boscosas que rodean el lago Chapal, y con lo cual se sigue una estrategia que busca superar el manejo tipo isla separada de una ANP y pretende consolidar un archipiélago de conservación que vincule Cerro Viejo Chupinaya Los Sabinos con los corredores biológicos y las áreas naturales en torno al lago de Chapala y la laguna de Cajititlán. El Anillo Verde implica incorporar al régimen de protección cerca de 100,000 hectáreas con lo cual se estará garantizando un futuro sustentable y mejores condiciones de vida para los habitantes de la zona ribereña y los millones de habitantes de la zona conurbada de Guadalajara que tiende a crecer hacia el lago Chapala.

Entre los avances alcanzados en la ruta hacia la constitución del “Anillo Verde Lago Chapala” se cuenta ya con el Estudio Técnico Justificativo. Dicho estudio fue contratado al CUCBA UdeG. Con esto, la Universidad de Guadalajara ratifica su liderazgo y compromiso en la creación de las áreas naturales protegidas del Estado de Jalisco.

# Percepción de problemas ambientales y de salud en las inmediaciones del canal de la avenida Patria, Jalisco, México Citar

María Azucena Arellano Avelar<sup>1</sup>, Martha Georgina Orozco Medina<sup>2</sup>✉ y Arturo Figueroa Montaña<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Profesor de Asignatura B, División de Ciencias Biológicas y Ambientales. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Camino Ing. Ramón Padilla Sánchez No. 2100, La Venta del Astillero, 45221, Zapopan, Jalisco, México, U de G.

<sup>2</sup>Profesor Investigador Titular C. Departamento de Ciencias Ambientales División de Ciencias Biológicas y Ambientales. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Camino Ing. Ramón Padilla Sánchez No. 2100, La Venta del Astillero, 45221, Zapopan, Jalisco, México, U de G.

<sup>3</sup>Profesor Investigador Titular B. Departamento de Ciencias Físicas CUCEI, U de G.

✉ [mgeorozco@gmail.com](mailto:mgeorozco@gmail.com)

## Introducción

El ambiente y el estilo de vida, como la condición política, social y económica son determinantes de la situación sanitaria y la sensación de bienestar de cada persona; un ambiente sano en cada hogar, en cada comunidad y en cada espacio laboral o recreativo es una necesidad básica inherente a la dignidad humana, con relación a esto es importante identificar ciertos elementos presentes en los ambientes en los que se desarrollan las actividades humanas, en tanto sea posible es importante saber que a diario se interactúa con factores químicos, físicos, biológicos y sociales que determinan lo que se conoce como la calidad ambiental (OPS, 2000).

Es de notar que la salud no puede separarse de una serie de elementos ambientales, como el aire, agua, hacinamiento urbano, productos químicos, vectores de enfermedades, exceso de consumo, etc., ni tampoco de las vicisitudes sociales. Un ambiente adecuado o favorable para la salud depende de todos; no sólo en términos de acciones contributivas de todos los miembros, sino de acciones cooperativas inter e intrasectoriales (OMS, 1994).

Un análisis de salud ambiental en cualquier localidad, representa un esfuerzo para conocer las condiciones ambientales en que se encuentra, definiendo los indicadores adecuados a la problemática y los riesgos a la salud que implica, y como consecuencia pretende convertirse en un instrumento de consulta que apoye la toma de decisiones y contribuya a la solución de los principales problemas.

El transecto que abarca el canal de Avenida Patria, en su cruce de Avenida Patria y Acueducto, hasta Periférico Norte, tiene un origen hidrológico natural donde confluyen varios afluentes y posteriormente es convertido en un canal de aguas negras a cielo abierto, donde se aprecian características ambientales que pueden implicar un riesgo a la salud de la población. Los problemas que se presentan son fuertes olores, descargas residuales de fuente urbana, la exposición de las personas es directa ya que la interacción con el canal es a escasos metros.

Al cause se descargan aguas residuales de fuente urbana, debido a que los centros urbanos y comerciales de la zona no cuentan con un sistema de tratamiento adecua-

do para estas aguas, de modo que éstas, son vertidas crudas o parcialmente tratadas al canal contaminándolo, acentuándose considerablemente la contaminación en algunas épocas del año.

La importancia que representa este trabajo reside en identificar las condiciones en materia de salud ambiental del canal de avenida patria, a través de la opinión de las personas acerca de los problemas ambientales y de salud de la zona mediante una encuesta.

### Materiales y métodos

En la delimitación de la zona se trabajó en el programa Arc Gis®, con la Zona Metropolitana de Guadalajara, se ubicó la zona de estudio comprendida del cruce de Acueducto con Avenida Patria, hasta la inserción del canal con la calle Sánchez Azconia, previo a su desembocadura con el río Santiago (Periférico Norte). Delimitando el Canal se creó un Buffer de 200 m para establecer la zona de influencia se tomó como base un estudio realizado sobre la emisión de bioaerosoles asociada a la gestión de residuos orgánicos (Sánchez et al., 2007), en dicho Buffer se identificaron los AGEB's que ocupa la zona, las colonias y las manzanas dentro de la zona de riesgo, para las manzanas se tomaron en cuenta aquellas que ocupaban más del 50% de espacio territorial dentro de la zona de influencia y se identificó que 8,900 hogares se encuentran en riesgo comprendidos en zona de estudio.

Se eligieron 8 puntos en el transecto del Canal en función de los siguientes criterios de inclusión:

- Su accesibilidad

- Distancia no mayor a 200 metros a partir de la fuente (Canal)
- Mayor presencia de aguas negras
- Alta emisión de olores
- Exposición de la población
- Descargas evidentes de aguas negras hacia el Canal

Se diseñó un cuestionario, el cual se validó y revisó por parte de especialistas en el área de salud ambiental, incluyo preguntas abiertas y cerradas, en cuanto a su estructura está dividida en cuatro apartados, el primero incluyo algunas características demográficas, el segundo la identificación de problemas ambientales en la comunidad, el apartado tres refirió aspectos de salud y el último apartado, cuestiones sobre acciones en las alternativas y soluciones a favor del ambiente en la zona.

Se realizó un muestreo no probabilístico por conveniencia y se establecieron los hogares de muestreo (alrededor de los 8 puntos). Teniendo un total de 8,900 hogares en la zona, con un nivel de confianza  $Z\alpha-95\%$  y un margen de error 5% el tamaño de muestra resultante fue de 370 viviendas.

*Criterios Inclusión:* Personas adultas, que viven en la cercanía del Canal, a una distancia no mayor a 200 metros de distancia del área de estudio y que quisieran contestar.

*Exclusión:* Hogares ubicados después de los 200 metros a partir del Canal y personas sin voluntad para participar.

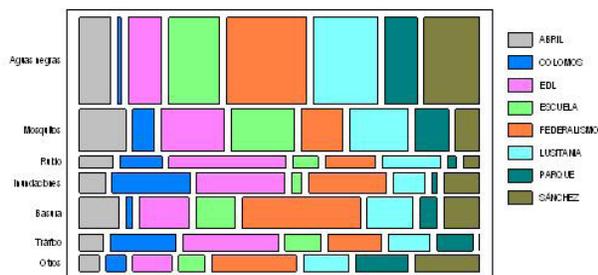
*Computo de datos:* Una vez obtenidos los datos, se continuó con el proceso de captura y validación a través del sistema informativo mediante la elaboración de base de datos en el programa Excel Microsoft® versión 2007, posteriormente se realizaron

los análisis en el programa STATGRAPHICS Centurion XV para Windows®.

## Resultados

De las 370 encuestas que se aplicaron, 231 eran mujeres y 139 hombres, lo que indica que el 62.4% de la población encuestada, expuesta al Canal pertenecen al sexo femenino y el 37.6% al masculino. En referencia a los años cumplidos viviendo en la zona, las frecuencias entre los rangos, más altas son las siguientes: 97 personas tienen entre 2 y 10 años, correspondiente al 26.2%, 85 personas tienen entre 21 y 30 años viviendo en las cercanías del Canal, es decir el 23% y 72 personas tienen entre 11 y 20 años, un 19.4% del total.

En la identificación de los principales problemas de la zona estudio, es importante señalar que se tuvieron más de una respuesta por persona encuestada, resultando un total de 750 observaciones en general de todos los puntos. Las descargas de aguas negras fue el principal problema referido, seguido de la presencia de mosquitos y basura con un 39.3%, 17.6% y 14.3% respectivamente.

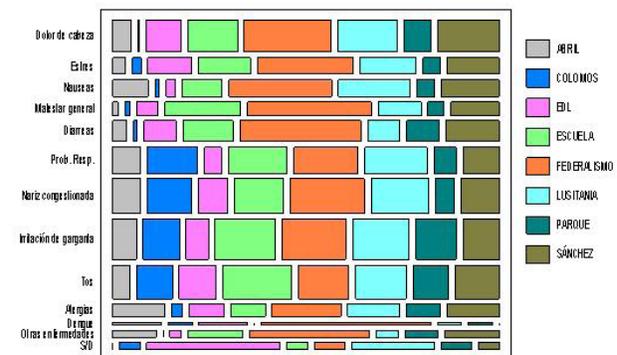


**Gráfica 1.** Principales problemas ambientales identificados en cada uno de los sitios estudiados.

Lo anterior se puede constatar en el gráfico de mosaico donde la altura de cada mosaico refleja la proporción del problema, y la longitud, el sitio donde la problemática es la más frecuente (Gráfica 1).

De esta forma del gráfico se observa que los sitios donde los anteriores problemas fueron evidentes corresponden a Federalismo donde la mayor problemática fueron la basura y descargas de aguas negras, así como Lusitania donde la principal problemática fueron aguas negras y mosquitos. También el gráfico ilustra que de los problemas ambientales identificados, el ruido no es valorado como un agente que resta calidad al ambiente al no ser algo físicamente observable, sin embargo sus efectos, como contaminante ambiental se hacen manifiestos en el sitio de Enrique Díaz de León teniendo como fuente principal el tráfico vehicular.

El análisis gráfico respecto al estado del deterioro ambiental en los sitios de estudio y la identificación de algunos afectos a la salud, se puede observar que los síntomas mayormente referidos fueron irritación de garganta, nariz congestionada y el dolor de cabeza, lo que se puede constatar en ese orden por la altura de los mosaicos (Gráfica 2).



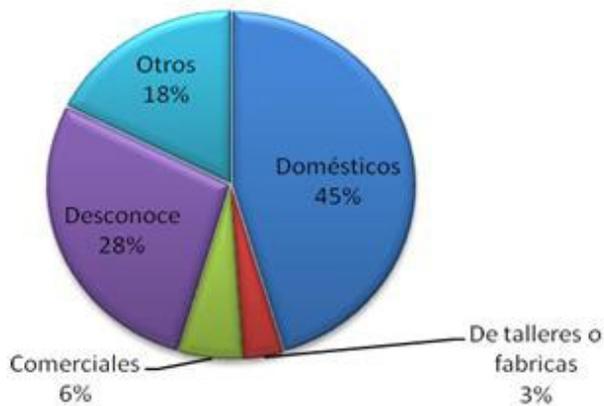
**Gráfica 2.** Principales signos y síntomas de salud referidos por la población en cada uno de los sitios de estudio.

2). Respecto a la longitud de los mosaicos corresponden a los sitios de Federalismo, Lusitania y Escuela los sitios donde los anteriores síntomas fueron mayormente referidos. Lo anterior sugiere cierta relación entre el estado que guarda el ambiente y el estado de salud o bienestar que guardan las personas de algún sitio o comunidad.

Cuando se les pregunto si consideraban algún aspecto positivo el vivir cerca del Canal 304 personas encuestadas mencionaron que ninguno, esto representa el 82.2% del total, las frecuencias más bajas se encuentran en las repuestas como, aporte de agua y belleza escénica.

En la Consideración de la calidad ambiental en la zona, el 90% de las personas encuestadas la definen como pésima.

En cuanto a los tipos de desechos que se vierten, 168 personas (45.4%) los identificaron como domésticos, 21 (5.3%) encuestados mencionaron que son desechos comerciales, 13 respuestas equivalentes al 3.5%, fueron identificados como desechos de talleres o fábricas, y 103 individuos (27.8%) desconoce los desechos vertidos al Canal (Gráfica 3).



**Gráfica 3.** Tipos de desechos vertidos al Canal.

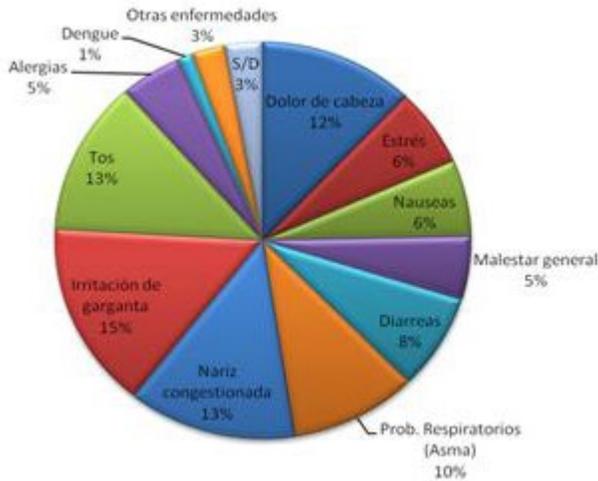
Con respecto a la temporada del año, en la que se identifica mayor presencia de olores, se tiene que en primavera esta la frecuencia más alta, con 182 personas equivalentes al 49.2%, en segundo lugar está el verano con 129 respuestas 34.9% del total, en otoño 14 encuestados (1%) lo consideran la temporada más crítica, de manera similar 14 personas (1%) mencionan que los olores están presentes durante todo el año y 27 encuestados (7.3%) no identifica (Cuadro 1).

Con base a los síntomas de salud más comunes reportados, en las familias de las personas encuestadas, los que presentan las frecuencias más altas son Irritación de garganta con un 15.2%, nariz congestionada (13.1%), tos (12.6%), dolor de cabeza (12%) y problemas respiratorios (10%). Cabe mencionar que hubo más de una respuesta por persona entrevistada. Se pueden apreciar otros síntomas reportados (Gráfica 4).

Un análisis por punto y los síntomas de salud reportados, se tiene que los sitios de muestreo con mayores incidencias de salud, son: Federalismo con 289 síntomas correspondientes a 23.7%, Lusitania con 16%, Escuela 15.7%, Sánchez 13.4 y EDL 9.1%.

**Cuadro 1.** Temporada del año con mayor presencia de olores.

Temporada	Frecuencia	Porcentaje
Primavera	182	49.2
Verano	129	34.9
Otoño	14	3.8
Invierno	4	1.0
Todo el año	14	3.8
No identifica	27	7.3



**Gráfica 4.** Síntomas reportados por la población expuesta.



**Gráfica 5.** Solución al Canal por parte de la población.

La Solución que propone para el Canal la población expuesta, un 69.5% piden lo entuben, un 8.7% que sea saneado, 7% dice que nada, 3.5% poner un parque, 3.2% menciona que ya no se tire basura al Canal y un 1.1% que se haga avenida (Gráfica 5).

### Discusión

La zona se caracteriza por la presencia del canal de aguas negras a cielo abierto, con descargas residuales evidentes, representando un riesgo para la salud de la población expuesta, ya que constituyen no sólo un vector para numerosos microorganismos, sino que además pueden ser un medio de proliferación para muchos de éstos, producidos a través de los bioaerosoles, además de la exposición a un intenso tráfico vehicular.

Por tal motivo, se hace evidente el problema de calidad ambiental en la zona y ésta condición no contribuye a un ambiente adecuado ó favorable en términos de las recomendaciones que hace la Organización Mundial de la Salud, (OMS, 1994).

### Conclusión

Los problemas que detecta la población expuesta, se relacionan con la presencia de aguas negras y olores desagradables como el principal problema identificado con un 39.3% y la presencia de mosquitos un 17.6%, así mismo consideran la calidad ambiental como pésima con un 90% manifestado.

Lamentablemente es una zona muy complicada en cuanto a calidad ambiental y demanda una atención más efectiva por las autoridades sobre todo en lo que perciben como problemas de aguas negras y presencia de mosquitos por las consecuencias a la salud que de esto se pueden derivar por ejemplo enfermedades gastrointestinales y otras transmitidas por vectores.

Con base a los resultados obtenidos en esta investigación, la salud ambiental en la zona del canal de Avenida Patria, se ve afectada por niveles críticos de contaminación en el aire, y se relaciona con los síntomas de salud referidos por la población expuesta como los problemas respiratorios, gastrointestinales y dolor de cabeza.

Es importante tomar en cuenta esta metodología por parte de las autoridades para hacer un seguimiento más constante de las condiciones que se tienen en zonas representativas o puntos críticos de la ciudad y también considerar el instrumento utilizado como encuesta, en virtud de que está validado por especialistas y en la práctica, mostró ser una herramienta útil para conocer la opinión de las personas acerca de los problemas ambientales y de salud de la zona.

Es necesario generar una solución estructural en la que prevalezca la responsabilidad en torno a la preservación de la salud de los pobladores, de seguridad sanitaria y pública que permita a los habitantes a lo largo del afluente del río Atemajac vivir dignamente y posicione a Guadalajara en los primeros planos de la sustentabilidad urbana.

Denunciar y exigir, de acuerdo a la legislación y normatividad ambiental vigente, ante las autoridades competentes su intervención para solucionar los problemas ambientales y de salud derivados del canal.

Establecer un programa de educación ambiental que contribuya a concientizar a la población de la importancia de su participación en el mejoramiento de las condiciones ambientales de la zona.

## Bibliografía

- Abreu, I. (1999). El valor de las encuestas de opinión pública. *Revista Latina de Comunicación Social*. (15), 1-9. [ISSN: 1138-5820].
- Corvalán, C. y Prüss, A. (2001). Metodología para Articular Salud y Ambiente: Indicadores y Carga de Enfermedad. [Publicación en línea]. Disponible desde Internet en: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/forum/corval.pdf> (con acceso el día: 15-02-12)
- Curiel, A. et al. (1994). Riesgos en la Zona Metropolitana de Guadalajara. Universidad de Guadalajara. Guadalajara, México. Pp. 165.
- Garibay, Ch. M. G., et al., (2008). Aire y Salud. Contaminantes atmosféricos en la zona metropolitana de Guadalajara de impacto en la salud ambiental. Universidad de Guadalajara. México. Pp 175. [ISBN: 978-67-450-091-2].
- Gosselin, P., Furgal, C. y Ruíz, A. (2002). *Indicadores básicos de salud pública ambiental propuestos para la región de la frontera México-Estados Unidos*. Centro Colaborador OMS/OPS para la valoración y vigilancia del impacto en la salud ambiental y ocupacional. Organización Panamericana de la Salud, OPS. Organización Mundial de la Salud OMS. El Paso Texas, E.E.U.U.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI (2010) *Delimitación de las zonas metropolitanas de México*. México. Disponible en línea en : [http://www.inegi.gob.mx/est/contenidos/espanol/metodologias/otras/zonas\\_met.pdf](http://www.inegi.gob.mx/est/contenidos/espanol/metodologias/otras/zonas_met.pdf). (con acceso el día: 15-02-12)
- Organización Panamericana de la Salud, OPS, (2000). La salud y el ambiente en el desarrollo sostenible, Washington, D.C. USA. Pp. 283 [ISBN: 92 75 31572 8 ].
- Sánchez, M.A. Aguilar, M.I., Fenoll R., y Roig A. (2007). Generación de bioaerosoles en estaciones depuradoras de aguas residuales. *Revista Ingeniería*. 11 (1) 37-42 [ISSN: 1665-529X].

# Análisis de la calidad de series climáticas en Jalisco Citar

Patricia Zarazúa Villaseñor<sup>1</sup>✉, José Ariel Ruiz Corral<sup>2</sup>, Diego Raymundo González Eguarte<sup>1</sup>, Gabriela Ramírez Ojeda<sup>2</sup> y Guillermo Medina García<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Desarrollo Rural Sustentable Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara, Camino Ing. Ramón Padilla Sánchez No. 2100, La Venta del Astillero, 45221, Zapopan, Jalisco, México. <sup>2</sup>INIFAP. Región Pacífico-Centro. Parque Los Colomos, II Sección. Zapopan, Jalisco, México.

<sup>3</sup>INIFAP. Campo Experimental Zacatecas. Carretera Zacatecas-Fresnillo, Km 24.5, Calera, Zacatecas, México.

✉ pzarazua@cucba.udg.mx

## Introducción

Las proyecciones para algunos cultivos básicos y frutales ante escenarios de cambio climático en el país, indican que el aumento de temperatura y los cambios en la variabilidad de la precipitación producirán una disminución paulatina de las áreas con alto potencial para maíz, frijol, aguacate y café, lo cual se acentuará probablemente a mediados del presente siglo (INE, 2009).

En fechas recientes el cambio climático ha sido sujeto de discusión por parte de diversos investigadores, lo cual en parte es debido a la discontinuidad o inhomogeneidad de las series climáticas (Wang, 2008). Los efectos de saltos o rupturas artificiales (no debidos a un cambio climático), alteran sustancialmente las conclusiones hechas a partir de series climáticas (Lund y Reeves, 2002).

Como una primera etapa en la estimación de escenarios climáticos, es necesario llevar a cabo un análisis de la calidad de las series de datos climáticos, como es la selección de estaciones climáticas que cuenten con suficiente información (más del 95%), identificación de valores infrecuentes (outliers), eliminación o corrección de valores extraños, pruebas de homogeneidad y detección de saltos o puntos de ruptura en la serie,

entre otros. En el caso de que se detecten inhomogeneidades en la serie, el contar con información sobre movimientos o cambios de la estación climática es lo deseable, pero no siempre se cuenta con suficiente información que nos permita respaldar la presencia de estos saltos (Wang, 2008).

Existen varios procedimientos estadísticos utilizados para la detección de puntos de ruptura en las series climáticas no documentadas (Gutiérrez-López *et al.*, 2007), entre las que se encuentra la Prueba de F de máxima penalización (PMF por sus siglas en inglés) la cual, mediante un proceso iterativo, ha demostrado que identifica saltos en la serie de tiempo no importando en que punto de esta ocurran y permitiendo que cada punto de la serie sea tratado con la misma probabilidad de ser un punto de ruptura (Wang, 2008). Una vez detectados estos puntos, el proceso estadístico realiza ajustes a la serie original mediante cuantiles específicos (QM por sus siglas en inglés, Wang *et al.*, 2010), para cada segmento entre puntos de ruptura. La calidad de la serie climática, ya sea homogénea u homogeneizada, permitirá contar con una serie base a partir de la cual se podrán generar escenarios de cambio climático con el modelo de circulación general elegido (Goodess, 2000).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la calidad de las series de datos diarios de temperatura mínima, temperatura máxima y precipitación pluvial, de las estaciones climáticas de Jalisco.

## Materiales y metodología

Se contó con la base de datos climáticos diarios de Jalisco del SIG-INIFAP, de la cual se seleccionaron 26 estaciones climáticas de acuerdo a los siguientes criterios: 30 años o más de información; 95% o más de datos; eliminación de año con 3 meses o más sin datos; eliminación de estaciones con muchos años consecutivos sin datos.

Con las estaciones resultantes se realizó un control de calidad de los datos para identificar valores infrecuentes y valores extraños mediante el uso del módulo RCLIMDEX v. 1.0 (Zhang y Feng, 2004), realizando la corrección o eliminación del dato una vez comparado con parámetros climáticos en las mismas fechas de alguna estación cercana.

Para el análisis de homogeneidad y detección de saltos o rupturas en las series de temperatura mínima y temperatura máxima diarias, se utilizó la Prueba de F de máxima penalización para cambios en la media no documentados, de acuerdo a lo recomendado por Wang (2007), mediante el módulo RHTests v. 3.0 (Wang y Feng, 2010), el cual incluye el proceso de homogeneización de la serie con ajuste por Cuantiles (QM), en caso de resultar no homogénea (Wang *et al.*, 2010). Para el análisis de homogeneidad y detección de saltos en las series de precipitación diaria, se utilizó un ajuste de la Prueba de F de Máxima Penalización para series de datos que no siguen una distribución de Gauss (Wang *et al.*, 2010), realizan-

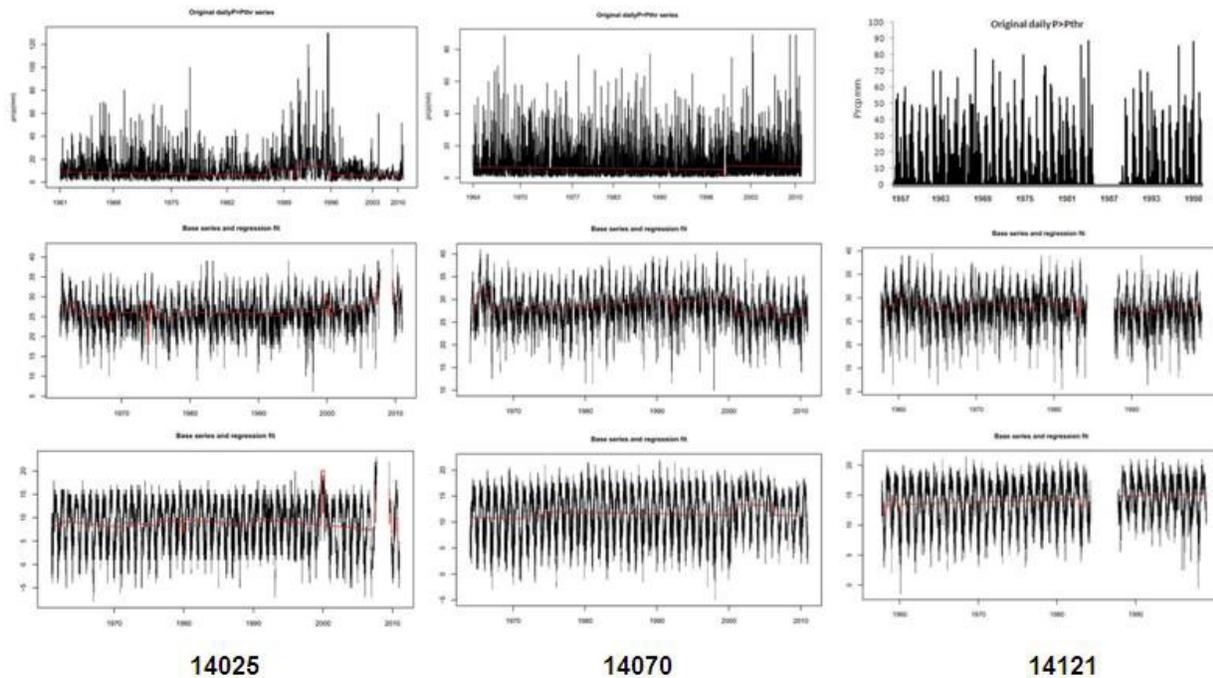
do la homogeneización de las series que lo requieran mediante el método de Cuantiles mediante el módulo RHTests\_dlyPrp. Todos estos paquetes fueron ejecutados en el software R versión 3.0.1 (R Core Team, 2013).

## Resultados

La selección de estaciones climáticas para el presente estudio determinó estaciones climáticas con suficiente información de temperatura mínima, máxima y precipitación, de las cuales la serie de datos más corta fue de 40 años y la más larga de 69 años. Estas estaciones se encuentran distribuidas en toda la superficie del estado de Jalisco, esto es, no están concentradas en un área geográficamente reducida.

Para fines prácticos y por el espacio reducido en este documento, se mostrarán las gráficas de sólo tres estaciones: 14025 que corresponde a la estación Calera en Teocaltiche, 14070 que es la estación Huáscato en Degollado y 14121 que corresponde a la estación Guadalajara en el municipio del mismo nombre.

**Puntos de ruptura en la serie.** Como resultado de la prueba de homogeneidad para cada parámetro climático de las 26 series de datos diarios, resultaron homogéneas 12 estaciones climáticas para el parámetro de precipitación pluvial, una estación para el parámetro de temperatura máxima y ninguna estación para el parámetro de temperatura mínima. Por otro lado, las series que resultaron inhomogéneas presentaron varios puntos de ruptura: para precipitación de uno a siete rupturas, para temperatura máxima de uno a 28 rupturas y para temperatura mínima diaria de uno a veinte rupturas.



**Figura 1.** Puntos de ruptura significativos detectados con la prueba PMF para los tres parámetros climáticos en tres estaciones climáticas seleccionadas.

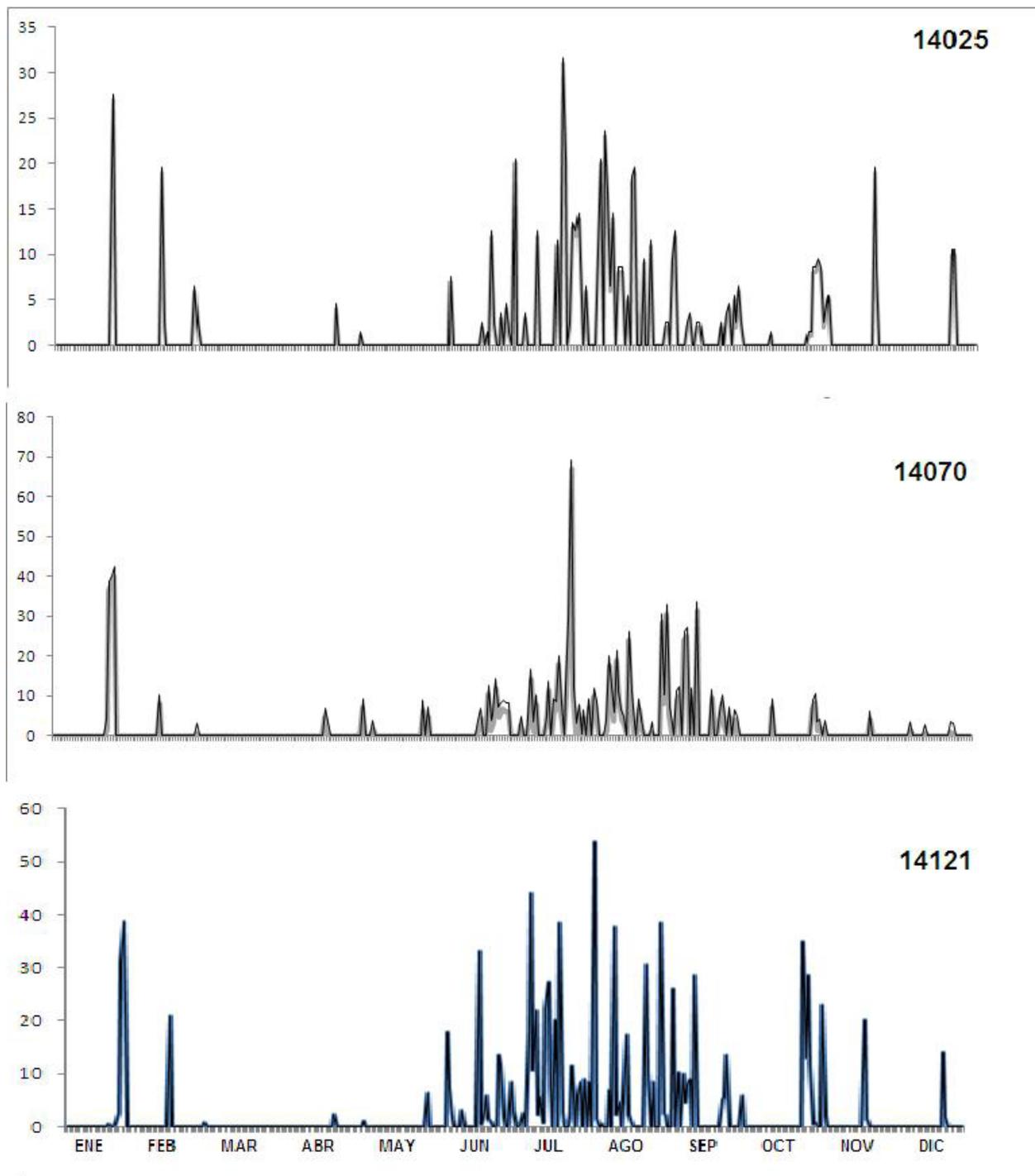
Para nuestras estaciones tomadas como ejemplo, la estación 14025 de Teocaltiche con un período de datos diarios de 43 años resultó con cuatro puntos de ruptura en la serie de precipitación, 17 puntos de ruptura en la serie de temperaturas máximas y 15 puntos de ruptura para la serie de temperaturas mínimas, esto se observa en la Figura 1. Los puntos detectados como ruptura de la serie no pasan la prueba de homogeneidad si el valor de  $F$  de máxima penalización (PMF) es mayor al estadístico de prueba al 95% de confianza, establecido para la serie. La estación 14070, correspondiente al municipio de Degollado con una longitud de 46 años, resultó con dos puntos de ruptura para la serie de precipitación, nueve puntos de ruptura para la serie de temperaturas máximas y cuatro puntos de ruptura para la serie de temperaturas mínimas.

Por último para la estación 14121 en Guadalajara con una longitud de 41 años,

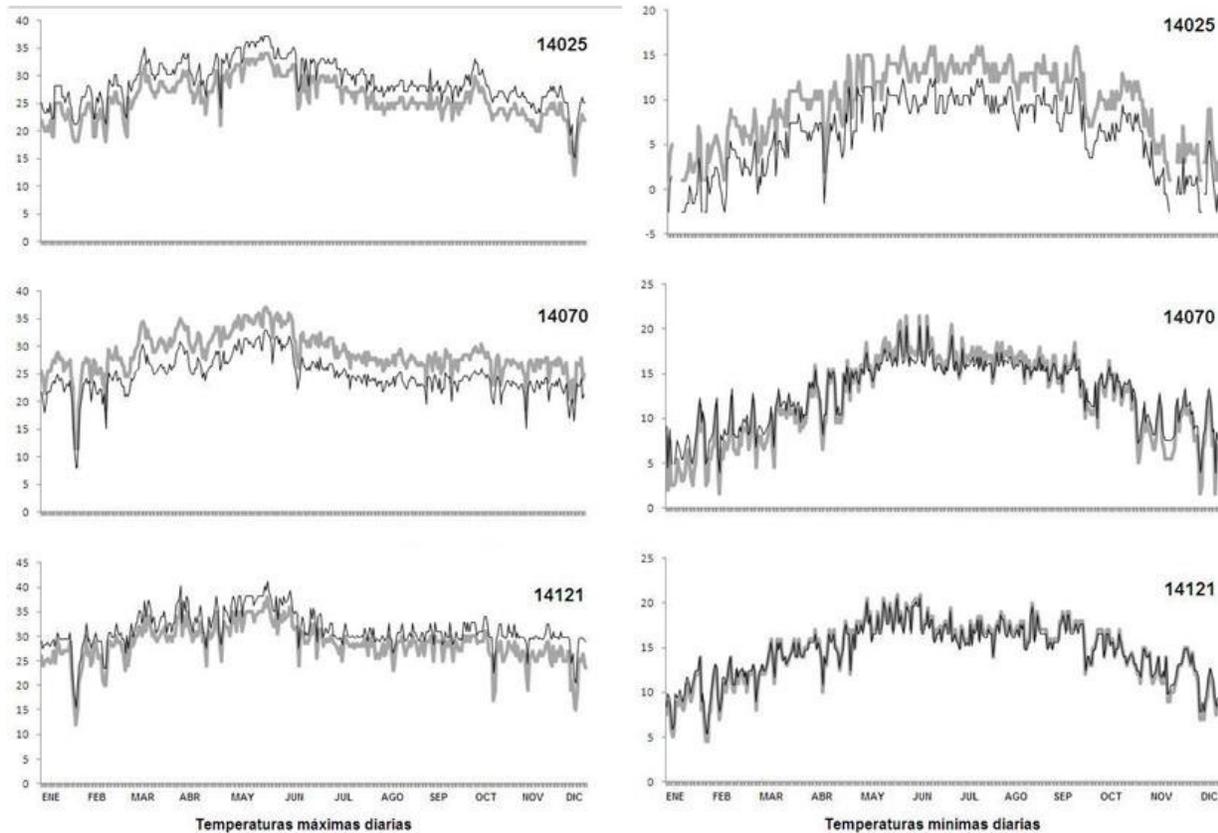
la serie de precipitación resultó con cero puntos de ruptura, esto es, la serie es homogénea; 10 puntos de ruptura para la serie de temperaturas máximas y seis puntos de ruptura para la serie de temperaturas mínimas.

Todos los puntos de ruptura detectados en estas series resultaron ser significativos de acuerdo a la prueba PMF. Una vez terminada esta prueba las series inhomogéneas fueron ajustadas a la homogeneidad mediante el método de Cuantiles (QM), el cual realizó ajustes en cada serie y por segmentos entre puntos de ruptura.

**Diferencias entre series originales y ajustadas.** En la Figura 2 se observan las diferencias entre las series originales y las ajustadas de precipitación diaria para el año 1980 en las tres estaciones seleccionadas. Las gráficas de las estaciones 14025 y 14070 muestran diferencias ligeras entre los valo-



**Figura 2.** Valores originales (línea gris) y ajustados (línea negra), de la precipitación diaria en el año 1980, de tres estaciones seleccionadas.



**Figura 3.** Valores originales (línea gris) y ajustados (línea negra), de las temperaturas máximas y mínimas diarias en el año 1980, de tres estaciones analizadas.

res originales y los ajustados, mientras que la gráfica de la estación 14121 no presenta diferencias debido a que la serie resultó homogénea.

Para el caso de las temperaturas máximas y mínimas en la Figura 3, se presentan diferencias entre las series originales y ajustadas. La estación 14025 muestra diferencias considerables para los dos parámetros climáticos en este segmento de las series (año 1980), la estación 14070 muestra diferencias medias y la estación 14121 resultó con pequeñas diferencias para ese mismo segmento de la serie.

## Discusión

De las 26 estaciones climáticas analizadas en este estudio, la precipitación fue el parámetro que presentó mayor homogeneidad ya que casi la mitad de ellas resultó homogénea, esto puede ser debido a que la prueba aquí utilizada para valores diarios de precipitación sufren una transformación que permite su análisis PMF, no así las series de temperaturas diarias máximas y mínimas. Wang *et al.* (2010) encontraron que para la precipitación diaria, la transformación de datos previo a la prueba PMF puede incrementar la tasa de detección de rupturas a un 70%.

En lo que respecta a los análisis de temperaturas que resultaron en varios puntos de ruptura para algunas estaciones, es un indicativo de la necesidad de llevar un mejor control del manejo de las estaciones climáticas así como la capacitación adecuada del personal que las maneja, lo cual concuerda con lo informado por Gutiérrez-López et al. (2007) quienes encontraron que en una estación en un período de seis años, se presentaron dos rupturas que afectaron la calidad de los datos.

Las diferencias encontradas en la serie de datos original con la serie ajustada una vez aplicado el proceso de cuantiles, están relacionadas con la presencia de puntos de ruptura y la magnitud de estos, por lo que al aplicar el ajuste en algunos segmentos estas diferencias serán mayores y en otros serán menores, tal como es reportado por Wang (2009) quien menciona que los cuantiles funcionan mejor para series de temperatura que para precipitación, aunque ésta al transformarse puede resultar en un ajuste aceptable.

## Conclusiones

Las estaciones climáticas en el estado de Jalisco presentan diferencias en la homogeneidad, lo que resulta en diferencias en la calidad de las series para los tres parámetros climáticos estudiados. Las series de precipitación muestran mejor calidad al recibir el proceso de transformación. Los ajustes de series inhomogéneas varían resultando en algunos casos en valores mayores a los originales y en otros en valores menores.

## Referencias bibliográficas

- Goodess, C.** 2000. 9: Climate Change Scenarios. Climatic Research Unit. University of East Anglia. [publicación en línea]. Disponible desde Internet en <http://www.cru.uea.ac.uk/documents/421974/1295957/info+sheet+%239.pdf/39cd4617-a53e-478e-8afc-e22f2dd8a49f>. Consultado 27/Mayo/2013.
- Gutiérrez-López A., F. Arellano-Lara y J. Aparicio Mijares.** 2007. Determinación de períodos de cambio climático, empleando pruebas de ruptura de series. Revista Tlálóc de la Asociación Mexicana de Hidráulica, A.C. 38: 4-11. México.
- Instituto Nacional de Ecología (INE).** 2009. México. Cuarta comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. p. 119-174. México.
- Lund R. & J. Reeves.** 2002. Detection of undocumented changepoints: a revision of the two-phase regression model. *Journal of Climate*. 15: 2547-2554.
- R Core Team.** 2013. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>
- Wang X.L.** 2007. Penalized maximal *t* test for detecting undocumented mean change in climate data series. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*. 46: 916-931.
- Wang X.L.** 2008. Penalized maximal *F* test for detecting undocumented mean shift without trend change. *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology* 25: 368-384.
- Wang, X.L.** 2009. A quantile matching adjustment algorithm for Gaussian data series. Climate Research Division, Science and Technology Branch. Pp 1-5.
- Wang, X.L., H. Chen, Y. Wu, Y. Feng & Q. Pu.** 2010. New techniques for the detection and adjustment of shifts in daily precipitation data series. *Journal of Applied Meteorology and Climatology* 49: 2416-2436.
- Wang, X.L., y Y. Feng.** 2010. RHtestsV3 User manual. Climate Research Division. Atmospheric Science and Technology Branch, Environment Canada. [publicación en línea], disponible desde Internet en <<http://cccma.seos.uvic.ca/ETCCDMI/software.shtml>> . Consultada el 20 de Junio de 2012.
- Zhang, X. y Y. Feng.** 2004. RclimDex(1.0) Manual del usuario. Climate Research Branch Division. Environment Canada. Versión en español por Santos, J.L. [publicación en línea], disponible desde Internet en <http://cccma.seos.uvic.ca/>

[ETCCDMI/software.shtml](#). Consultada el 20 de Junio de 2012.

# Actualización del mapa de ruido de la zona Centro de la ciudad de Guadalajara, Jalisco, México Citar

Martha Georgina Orozco Medina<sup>1</sup>✉, Raúl Osorio Martínez<sup>2</sup>, Javier García Velasco<sup>1</sup>, Arturo Figueroa Montaña<sup>3</sup> y Giovana F. Amaya Acuña<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Profesor Investigador Titular. Instituto de Medio Ambiente y Comunidades Humanas. Departamento de Ciencias Ambientales, División de Ciencias Biológicas y Ambientales. CUCBA, U de G.

<sup>2</sup>Estudiantes de la Licenciatura en Biología, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Camino Ing. Ramón Padilla Sánchez No. 2100, La Venta del Astillero, 45221, Zapopan, Jalisco, México, U de G.

<sup>3</sup>Profesor Investigador Titular, Departamento de Ciencias Físicas, Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingeniería, Universidad de Guadalajara.

✉ [mgeorozco@gmail.com](mailto:mgeorozco@gmail.com)

## Introducción

El ruido se entiende como cualquier sonido no deseado o potencialmente dañino, que es generado por las actividades humanas y que deteriora la calidad de vida de las personas (Murphy, et al, 2009). Éste es reconocido en la sociedad actual como una consecuencia de la urbanización, el crecimiento económico y el tráfico motorizado. En este sentido, ha sido documentado que para la población habitante de un centro urbano, el ruido generado por el tráfico vehicular es la principal causa de molestia; dada esta evidencia, instituciones como la Organización Mundial de la Salud (OMS), han definido a la contaminación acústica como el tercer problema ambiental de mayor relevancia en el mundo. Así mismo, diversos estudios internacionales han asociado efectos adversos en la salud humana con altos niveles de ruido, los cuales se relacionan directamente con daños a la capacidad auditiva, estrés, hipertensión, por citar los más comunes. (Chávez, M. 2006. Kishikawa H., et al. 2009. Jarup, et al. 2008).

Históricamente el ruido se ha presentado como una forma de agresión, en la antigüedad era utilizado como un instrumento de

tortura, y en la actualidad permanece como parte del desarrollo urbano y del costo derivado del avance tecnológico e industrial. (Delgadillo, S. 1998).

Se estima que cerca de un tercio de la población mundial presenta un grado de hipoacusia (López, et.al. 2000) y con las exposiciones voluntarias e involuntarias en aumento, se está en riesgo de que éste porcentaje se incremente. Otras evidencias científicas, han puesto de manifiesto el deterioro de la calidad de vida en adultos mayores que viven en entornos problemáticos desde el punto de vista ambiental incluyendo el ruido de tráfico (Balfour & Kaplan, 2002).

El ruido se expresa también, por diversas manifestaciones de daño, molestia, síntomas, quejas y afectaciones a la salud de las personas expuestas. Así mismo, es importante hacer mención que las distintas normas jurídicas que regulan la contaminación acústica han reconocido que el exceso de ruido produce efectos negativos en la salud de las personas, entre los que se pueden mencionar, nerviosismo, irritabilidad, ansiedad, estrés, falta de concentración, cansancio, entre otros; aunados a efectos

fisiológicos como alteraciones del sueño, metabolismo, sistema nervioso central, neurovegetativo, circulatorio, alteraciones en cumplimiento de tareas y deterioro de relaciones interpersonales, (Berglund, *et al.* 1999). Otros estudios han constatado su influencia en alteraciones de presión arterial, (Agulló *et al.* 1998).

En General en México, se tienen referencias de estudios de ruido en los años 70's y se empiezan a formalizar con el apoyo de aparatos como los sonómetros B&K, en el mercado nacional (Beristain, 1998). Los estudios de ruido en Guadalajara, datan de 1995 a la fecha. Estos se han venido realizando de una forma sistemática y con el apoyo de equipos especializados para la determinación de los niveles de presión sonora; así mismo, la base teórica, metodológica, técnica y científica de dichos proyectos de ruido urbano en Guadalajara, se ha desarrollado esencialmente por la Universidad de Guadalajara a través del Instituto de Medio Ambiente y Comunidades Humanas del CUCBA.

Así mismo, vale la pena decir que, el apoyo gubernamental que se ha tenido hasta ésta fecha para la realización de los estudios de ruido urbano en Guadalajara metrópoli, ha sido muy esporádico y sin toda la fuerza que se esperaría dada la naturaleza y complejidad del fenómeno que representa el ruido en la ciudad y los efectos que causa en la ciudadanía expuesta.

Las estrategias que se han implementado en algunos países para caracterizar éste contaminante se han dirigido a su monitoreo y representación en los denominados mapas de ruido y sobre ésta base es que se aplican algunos esquemas de atención y control.

Los estudios de ruido, se consideran una herramienta clave en el análisis de las condiciones urbanas, son síntesis de la contaminación, de la saturación de automóviles, del deficiente acondicionamiento vial, así como de la semaforización, condición de las calles, presencia de baches, topes y la interacción con otras fuentes como altavoces, actividades recreativas, o bien la atenuación por presencia de áreas verdes y espacios abiertos. El contar con un análisis histórico del ruido, representa la posibilidad de comparar como la trama urbana y las actividades que se realizan influyen en la calidad acústica del paisaje urbano (Orozco y González, 2012).

Este estudio se realizó con el objetivo de contribuir a la actualización del mapa de ruido a través de registrar los niveles de presión sonora en 16 puntos críticos de la zona centro de Guadalajara, para el año de 2013, así mismo, se presentan una serie de propuestas orientadas a su control y atención.

## Metodología

Para la realización del trabajo se utilizó la metodología descrita en Orozco, *et al.* 2003; y Orozco, *et al.* 2004. Se trabajó un muestreo y determinación de niveles de ruido de un total de 16 puntos utilizando un sonómetro integrador de precisión CESVA en la curva de ponderación A, en un rango de 60-120 dBA; así como un GPS GARMIN 12 XL para la geo referencia de los puntos. En cada uno de los puntos se realizaron 4 mediciones de 5 minutos a 1.30 m sobre el piso y a 2 m mínimos de distancia de cualquier obstáculo.

La selección de los puntos de medida para esta fase consideró situaciones relacionadas

con la presencia de actividad comercial, saturación vehicular y que no estuvieran presentes obras viales que incrementaran aún más los niveles de ruido.

Posteriormente se registraron los niveles de ruido en una base de datos y se estimó el nivel sonoro continuo equivalente para cada uno de los puntos seleccionados. Para ello se aplicó la fórmula que se explica a partir de Nivel Leq o nivel sonoro continuo equivalente: Es el nivel en dBA (decibeles A) de un ruido constante hipotético correspondiente a la misma cantidad de energía acústica que el ruido real considerado en un punto determinado durante un período de tiempo T. Su expresión matemática es:  $Leq = 10 \log ((S \cdot t_i \cdot 10^{Li/10})/T)$  dBA Donde  $t_i$  es el tiempo de observación durante el cual el nivel sonoro es  $Li \pm 2,5$  dBA.

Se registraron los niveles de ruido en el mapa y se analizaron y discutieron los resultados.

## Resultados

### Fase 1. Mediciones

Se realizaron una serie de mediciones representativas de días y horas en los puntos seleccionados para integrar con valores promedio, en total se efectuaron mediciones representativas de días entre semana, fin de semana, y diferentes grupos horarios que incluyen horarios críticos mañana, medio día y noche, así como los intermedios.

Se registró la caracterización de la zona, en cuanto a flujo vehicular, presencia de áreas verdes, en su caso paso de motocicletas, autobuses, sirenas, alarmas o bien, cualquier otro evento que pudiera influir en la intensidad sonora.

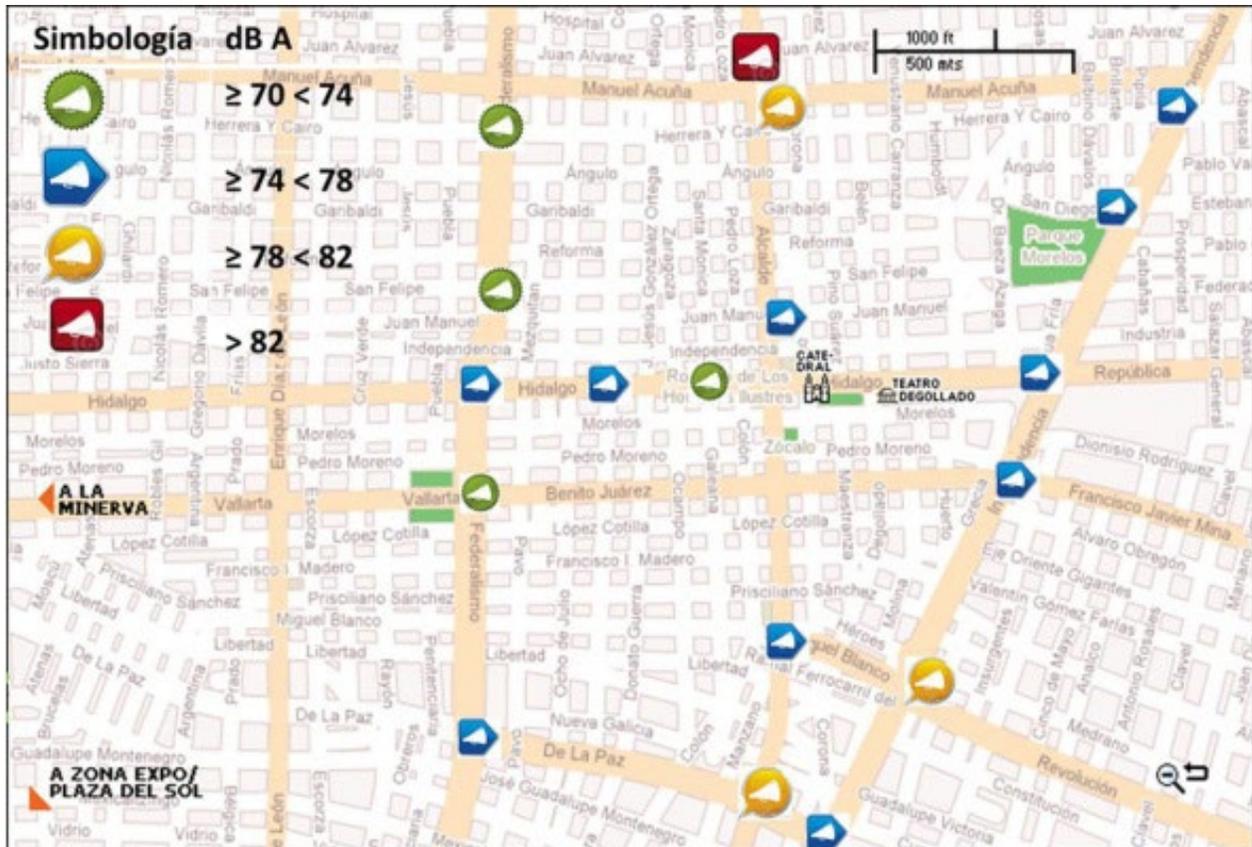
CRUCE Y NIVEL SONORO CONTINUO EQUIVALENTE (LEQ) EN dB(A)			
16 de septiembre y Miguel Blanco	75.60	Federalismo e Hidalgo	74.00
16 de septiembre y Juárez	77.10	Federalismo y Niños Héroes	93.41
16 de septiembre y La Paz	80.90	Hidalgo y Contreras Medellín	74.83
Av. Alcalde y Juan Manuel	77.60	Hidalgo y Santa Mónica	71.30
Av. Alcalde y Herrera y Cairo	82.30	Mariano Bárcenas y San Felipe	79.94
Av. Alcalde y Manuel Acuña	90.50	Mariano Bárcenas e Independencia	81.30
Federalismo y La Paz	77.45	Calzada Independencia y la Paz	85.84
Federalismo y Juárez	73.30	Garibaldi y González Ortega	83.06

**Cuadro 1.** Niveles de ruido en los puntos estudiados. (Fuente: elaboración propia).

Se presentan los resultados del nivel sonoro continuo equivalente, en una tabla con el concentrado de los puntos estudiados (Cuadro 1).

Destacan niveles elevados como en 16 de septiembre, av. Alcalde en su cruce con Manuel Acuña y Herrera y Cairo, estos cruces se distinguen por el alto flujo vehicular, el tránsito de autobuses de transporte público, la deficiente semaforización, la concentración de actividades comerciales, aglomeración de personas y falta de áreas verdes. Así mismo a pesar de que tanto la Av. La Paz como Federalismo se caracterizan por niveles relativamente bajos, se encontró que para esta ocasión, registraron niveles críticos tales como 85.84 y 93.41, situación que se debe a la actividad comercial en la zona de Niños Héroes en su cruce con Federalismo y a la saturación de transporte público y privado de la Paz con Calzada Independencia. (Ver figura 1).

Se registraron significativas carencias de adecuación vial, semaforización mal sincronizada, saturación de unidades de transporte público, baches, semáforos descompuestos particularmente por el periodo de



**Figura 1.** Mapa de Ruido en puntos representativos de la zona centro de Guadalajara, 2013. ( fuente: Elaboración propia).

lluvias que ocasiona sinnúmero de desperfectos.

La basura, el acoso disfrazado de venta de medicinas “baratas” en zonas como “El Santuario”, los olores desagradables en zonas como “San Juan de Dios”, son elementos que se observan en el deterioro de la imagen del paisaje urbano y que vinculados con el ruido contribuyen en gran medida a limitar el bienestar de habitantes, pobladores, turistas, comerciantes y transeúntes en general.

**Fase 2. Propuesta de gestión**

La gestión del ruido al nivel en que se encuentra, requiere de la implementación urgente de regulación y normatividad, puesto que la dimensión del problema, amerita

restricción, supervisión, control, vigilancia, sanción y en su caso clausura. Las fases de gestión implican compromisos a varios niveles y cada sector desde su ámbito de competencia debe contribuir a mejorar las condiciones acústicas, una opción integradora, podría ser la formación de un “Comité Interinstitucional para la Gestión Integral del Control del Ruido en la ciudad”, en el que se desarrollen fases como las que se mencionan a continuación, con sus respectivos responsables, objetivos, participantes, metas, plazos y recursos técnicos, humanos y materiales para su implementación:

- Educación, sensibilización, comunicación y difusión.
- Profesionalización, capacitación y perfiles de técnicos e inspectores de ayuntamien-

tos y gobierno del estado, así como de especialistas y consultores.

- Regulación y normatividad.
- Monitoreo y Diagnóstico.
- Apoyo y realización de proyectos de investigación para valorar la exposición a ruido y efectos en la salud.
- Medidas correctivas de prevención y control.
- Evaluación y Seguimiento. Que tenga una participación activa de la sección ciudadana del comité que se involucre con las autoridades federales, estatales y municipales en apoyo a la evaluación de las medidas y en su caso adecuación o reestructuración, de forma tal que se analice desde un punto de vista global y representativo de los diferentes sectores relacionados con la valoración del ruido y sus efectos en las personas expuestas.

## Discusión

Haciendo un análisis comparativo con los niveles de ruido registrados en periodos anteriores, se constata en términos generales que los niveles de ruido se han mantenido de manera relativamente constante y no se han observado cambios sustanciales. Tal situación obedece particularmente a que no se han hecho modificaciones a la infraestructura vial de manera significativa en toda la zona centro con excepción del metrobús en la Calzada Independencia y algunas conversiones a peatonales como en la calle Pedro Loza, sin embargo no se hicieron cambios al esquema integral de transporte público, y éste representa una de las principales fuentes de ruido.

La necesidad de contar con un ordenamiento de las vialidades, un programa de movilidad integral, áreas verdes y espacios abiertos se hace evidente.

Los habitantes solicitan mayor cantidad de espacios públicos que inviten al descanso, recreación y a la calidad acústica, por lo que resulta prioritario que las autoridades reconozcan esta demanda social.

La regulación normativa, la educación, campañas de sensibilización, moderar actividades ruidosas, exigir, uso de silenciadores en automotores ruidosos, son acciones que se deben incluir en las propuestas del programa de gestión integral del ruido.

## Conclusiones

Los resultados obtenidos en el presente estudio, se ubican por arriba de los niveles reportados en 1998, (Delgadillo, 1998) y en el 2003, (Orozco, *et al.* 2003) y relativamente homogéneos a los registrados en 2005, (Baños, 2005) de una media Leq de 79.97 dB(A) en 2003; para el año 2005, se reporta una media de 78.83 dB(A), y para el 2013 en 79 dB(A).

Algunas condiciones urbanas han cambiado en los últimos años, el parque vehicular se ha incrementado sustancialmente, la deficiencia en cuanto al número de unidades de transporte público también se ha modificado y esto se refleja en que los niveles de ruido sigan influyendo en el deterioro y calidad de vida de las personas expuestas.

A este deterioro, le debieran corresponder una serie de acciones claras por parte de las autoridades pero el ruido urbano, sigue sin ser una prioridad, no se monitorea por las autoridades y no forma parte de la políticas públicas o del interés comunitario para su atención y control.

El ruido sigue siendo un problema que incide en la calidad de vida, salud y bienestar de las personas, las denuncias se continúan presentando y el deterioro del paisaje acústico urbano va en aumento, las autoridades han empezado a tener conciencia de la importancia de este contaminante y tanto en H. Ayuntamiento de Guadalajara, como en Gobierno del Estado, se han abierto espacios de dialogo para iniciar gestiones para la normatividad, así como para apoyar la caracterización.

Se promoverá que el ruido, su atención, control, prevención y diagnóstico, forme parte de las políticas públicas, y exista un auténtico interés interinstitucional para hacer frente a este contaminante que tanto influye en el deterioro y salud de las personas en la ciudad.

## Bibliografía

- Agulló, M., Company, A. Fábrega, O. Parellada, N., Castejón, J. Delgado, I. Arch. Prev Riesgos Labor 1998; 2:63-68 ISSN 1138-9672.
- Balfour J. and Kaplan G. (2002) Neighborhood Environment and Loss of Physical Function in Older Adults: Evidence from the Alameda County Study. *American Journal Epidemiol* Vol. 155, No. 6, ISSN 1476-6256. Print ISSN 0002-9262.
- Bañuelos, M. (2005). "Análisis de los niveles de ruido ambiental por tráfico vehicular en puntos críticos de la Zona Metropolitana de Guadalajara, Jalisco. México. Tesis de Maestría. CUCEI. Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jalisco. México.
- Berglund, B; Lindvall T.; Schwela, D. (1999). *Guidelines for community noise*. World Health Organization, Genova. 140 pp.
- Beristáin, S. (1998) Ruido. Quinto Congreso Internacional Mexicano de Acústica. Querétaro, Qro. México.
- Delgadillo, S. (1998) Contribución al estudio de ruido ambiental, fundamentos teóricos y problemática en la zona centro de la ciudad de Guadalajara. Tesis de licenciatura, CUCBA. Universidad de Guadalajara.
- Jarup L, Babisch W, Houthuijs D, Pershagen G, Katsouyanni K, Cadum E, Dudley ML, Savigny P, Seiffert I, Swart W, Breugelmans O, Bluhm G, Selander J, Haralabidis A, Dimakopoulou K, Sourtzi P, Velonakis M, Vigna-Taglianti F; Hypertension and exposure to noise near airports: The Hyna study. *Environmental Health Perspectives*. March 116 ( 3) 329-333. 2008.
- Kishikawa H, Matsui T, Uchiyama I, Miyakawa M, Hiramatsu K, Stansfeld SA. Noise sensitivity and subjective health: Questionnaire study conducted along trunk roads in Kusatsu, Japan. *Noise Health*. 11:111-117. 2009. ISSN: Print -1463-1741, Online - 1998-4030.
- López U., Germán E., Fajardo D., Chavolla M., Mondragón G., Robles, M.
- Hipoacusia por ruido: Un problema de salud y de conciencia pública *Rev. Fac. Med. UNAM*. Vol.43 No.2 Marzo – Abril 2000 ISSN: 0026-1742
- Murphy, E. King E. and Rice H.. "Estimating human exposure to transport noise in central Dublin, Ireland". *Environment International*. Vol. 35, No 2, February 2009, pp. 298-302.
- Orozco, M., Figueroa, M., García, J., (2003). *Estudio de Ruido Ambiental de la Zona Metropolitana de Guadalajara*, Informe Técnico. Universidad de Guadalajara. H. Ayuntamiento de Guadalajara, H. Ayuntamiento de Zapopan. Guadalajara, Jalisco. México.
- Orozco, M., et.al. (2004) *El Ruido en el Centro Histórico de Zapopan, Identificación y Análisis*. Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jalisco. México. ISBN: 968-7846-90-9.
- Orozco, M. & González, E. (2012) *El ruido en ciudades latinoamericanas, Bases orientadas a su gestión*. Universidad de Guadalajara, Universidad de la República. México. Montevideo. ISBN: 978-607-8113-12-5.

# La jardinería espontánea; una opción sustentable Citar

Roberto Novelo González  y Luz Elena Claudio García

Departamento de Ciencias Ambientales, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Camino Ing. Ramón Padilla Sánchez No. 2100, La Venta del Astillero, 45221, Zapopan, Jalisco, México.

✉ [robertonovelo@gmail.com](mailto:robertonovelo@gmail.com)

## Introducción

En este trabajo se fundamenta el concepto jardinería espontánea como una propuesta sustentable para el paisajismo, la jardinería y la ornamentación de espacios antrópicos.

El ingente gasto de agua y otros insumos (con frecuencia contaminantes) hace de la jardinería tradicional una actividad no sustentable. La adopción de plantas espontáneas con potencial ornamental puede disminuir considerablemente el gasto hídrico y el costo de mantenimiento. Muchas de las especies que nacen solas (o que, intencionalmente plantadas, son nativas) dada su óptima adaptación, requieren menor y más fácil mantenimiento, no demandan riego y son menos susceptibles a plagas y enfermedades (a las que no puedan sobrevivir).

México -cuarto lugar mundial en biodiversidad- alberga alrededor de 30,000 especies de plantas vasculares de las cuales casi el 50% presentan algún uso, entre ellos el paisajístico y el ornamental; sin embargo, sólo se utiliza el 1% de éstas para dichos fines, lo que propicia que únicamente un muy pequeño grupo de especies se aprovechen en paisajismo y decoración, dejando de lado una extensa variedad de plantas que, como opciones convenientes para el diseño de espacios verdes, podrían ser utilizadas en gran diversidad ambientes y condiciones antrópicas (arquitectura, estilos

jardinísticos, variables socioculturales, presupuestos, etc.).

Considerando las propuestas actuales ambientales conservacionistas, como el uso de flora endémica y la permacultura, es plausible integrar a éstas el criterio estético y las esenciales recomendaciones de manejo, para lograr espacios humanos más confortables y armoniosos.



## Materiales y métodos

Se realizó un análisis comparativo (ambiental, económico, social y técnico) entre la jardinería convencional y esta nueva propuesta alternativa de ajardinamiento basada en la utilización manipulada, el manejo encausado y el cultivo mínimo de plantas surgidas espontáneamente de especies con potencial ornamental.

## Resultados

### A nivel ambiental y científico

Existe una gran variedad de especies vegetales con potencial ornamental, cuyo cultivo y/o aplicación deliberada prácticamente no se ha emprendido. Especies florísticas tan vulgares como el quelite (*Amarantus spp*), el tacote (*Tithonia tubaeformis*), o el tabaquillo (*Nicotiana glauca*) son una estupenda oportunidad para innovar el diseño de jardines con plantas suficientemente ornamentales que, además, pueden presentar características adicionales deseables como: ser de fácil mantenimiento y propagación, necesitar poco o ningún riego, tolerar mejor suelos ácidos o alcalinos, y/o fijar (en algunos casos) nitrógeno. El fomento de su valoración y uso estético, puede motivar también la necesidad de investigar su fenología, requerimientos ambientales y función en el ecosistema que habitan; por ejemplo, en cuanto a las especies de fauna ornamental o canora que suelen atraer.

### A nivel financiero-económico y social

Al no utilizar agroquímicos y reciclando la biomasa como composta, el costo de mantenimiento de estos espacios rústico-vernáculos se reduce a únicamente la mano de obra y el escaso riego utilizado.

Especialmente en zonas habitadas de bajo o precario poder adquisitivo, la jardinería espontánea de especies a un tiempo comestibles y ornamentales como el mastuerzo de indias (*Tropaeolum majus* L.) o el jitomatillo silvestre (*Licopersicon esculentum* P. Mill = *Solanum lycopersicum* L.), contribuye a una mejor calidad de vida. La promoción de trabajo comunitario en terrenos ociosos (baldíos) puede contribuir a la integración y solidaridad sociales.

### A nivel técnico, en cuanto al manejo

El logro de una calidad estética aceptable, como obra artesanal, requiere de una manipulación continua. Es posible que la sanidad y/o fisonomía de la vegetación surgida no sea de apariencia óptima, particularmente en cuanto al follaje se requiere; esto implica una supervisión constante, eliminación o transplante de ejemplares nacidos en posición inconveniente, posiblemente podas continuas y alguna estructura de apoyo cosmetológico o de soporte como las que se instalan para enredaderas.

Con todo, esta causa y técnica adoptiva no requiere mayor complicación, ni herramienta onerosa, ni mano de obra particularmente especializada; un buen conocedor, incluso empírico, de los procesos naturales puede marcar el –secuencial– diseño, las pautas y directrices respecto a las acciones y actividades a realizar en el jardín. La jardinería tradicional requiere aún más energía y trabajo.

## Discusión

La idea de “jardín” supone, generalmente, el acto de modificar un área y trabajarla de tal modo que resulte un deleite estético; esto supone el remplazo de la vegetación indeseable por plantas ornamentales

deliberadamente asignadas, distribuidas y colocadas. A pesar de su extensa aceptación, los más reconocibles estilos de jardín –como el elaborado francés, el refinado japonés y aun el naturista inglés– requieren altos niveles de mantenimiento y, casi siempre, atentan contra la diversidad y el endemismo. En contraposición, la jardinería espontánea entraña ventajosos aspectos interesantes, como el bajo costo de mantenimiento, el ahorro de agua, la preservación de especies –tanto de flora empleada, como de flora y fauna relacionadas– no comercialmente producidas, y la propiciación de dinámicas de sucesión ambiental favorables.

Hay estudios que muestran cómo, en ciertos fraccionamientos residenciales, el consumo de agua diario por persona rebasa los 100 litros, en tanto que para beber y cocinar sólo requiere cinco y, para bañarse, tal vez desde otros diez; la diferencia se debe, en parte, al consumo hídrico destinado a la jardinería. La importancia ambiental de las áreas verdes públicas y privadas, y sus aspectos naturales y antrópicos está ampliamente demostrada y, por lo referente al riego, el agua gris puede utilizarse; en todo caso, es recomendable optimizar los recursos implicados (la mayor calidad ambiental y escénica con un desgaste mínimo de dinero, tiempo, infraestructura, etc.).

Afortunadamente, hace unas de décadas, teóricos ambientales y algunos prácticos técnicos de la jardinería de países desarrollados (en especial europeos) han pugnado por un “retorno a la naturaleza” y una revaloración de lo autóctono en que –no sin

manejo, pero sí con el menor desgaste posible– se logre, a partir de las ornamentación, el efecto de armonía tan esencial para el deleite del ego humano. Claro está que ello supone un cambio en el paradigma estético y hacer posible reconocer atributos de belleza aun en la flor rústica y efímera y en su fauna atraída relacionada, como insectos, aves o mamíferos pequeños.

### Conclusiones y recomendaciones

Por sus ventajas ecológicas, estéticas y su bajo costo, la jardinería espontánea es una opción viable de paisajismo, decoración y ornamentación.

En este estilo propuesto de jardín, deberá prescindirse en lo posible de lo artificial...y sacrificar o –en el mejor de los casos– reubicar algunas plantas inocentes, en beneficio de otras elegidas.

Se vislumbra (aunque necesario) útil educar la sensibilidad y adiestrar la percepción para reconocer los aspectos formales –libres aunque descifrables– de lo natural. Después de todo la jardinería espontánea entraña ventajosos aspectos interesantes: Muchas de las especies que nacen solas (o que, intencionalmente plantadas, son nativas), dado su carácter “criollo” o “malezoi-de” (término peyorativo de antropocentrismo utilitario), requieren un mínimo mantenimiento, necesitan menos agua y son menos susceptibles a plagas y enfermedades (que no puedan sobrellevar), entre otras ventajas potenciales.

# Importancia del estudio de las cuevas para el estado de Jalisco Citar

Héctor Leonel Ayala Téllez<sup>1,2</sup>, José Luis de Luna Órnelas<sup>2,3</sup> y Karla Carolina Magaña<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio Laguna de Sayula.

<sup>2</sup>Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Camino Ing. Ramón Padilla Sánchez No. 2100, La Venta del Astillero, 45221, Zapopan, Jalisco, México.

<sup>3</sup>Pasante de Lic. En Biología.

✉ [hayala@cucba.udg.mx](mailto:hayala@cucba.udg.mx) | [jldluna-bionatural@live.com.mx](mailto:jldluna-bionatural@live.com.mx) | [biologa1139@yahoo.com](mailto:biologa1139@yahoo.com)

## Introducción

Las cuevas, grutas y cavernas no solo han servido como refugio primordial, sino que en ellas, tanto la naturaleza como el hombre, han dejado huella. Gracias a los primeros hallazgos tanto de fósiles como de vestigios prehistóricos. Estos descubrimientos lograron que se despertara el interés de los científicos por la Espeleología, por los que los trabajos con rigor científico comenzaron a dar frutos acerca de diversos aspectos del estudio de las cavidades subterráneas.

Las cuevas han formado un papel importante en la religión de los pueblos, Los hombres se procuraron determinados espacios en el interior de las cuevas donde podían realizar, con suficiente privacidad, sus ceremonias y ritos mágico-religiosos. (Montero, 2000) se construyeron monasterios en grutas para religiones budistas, indu y jaina, los Mayas las utilizaron para establecer centros ceremoniales, la gruta de Bolonchen en Yucatán se aprovechaba para abastecerse de agua. (Hoffmann et al., 1986)

Las Cuevas ¿Qué son? Cueva. (Del lat. cova). f. Cavidad subterránea más o menos extensa, ya natural, ya construida artificialmente. Definición del Diccionario de la Lengua Española.

Una cueva es una cavidad subterránea. La cavidad puede ser natural, hecha por la naturaleza o artificial hecha por el ser humano. Desde otra perspectiva definimos las cuevas como una cavidad subterránea en las que podemos entrar para explorarlas. (Geze, 1968).

Se entiende por cueva o caverna, cualquier hueco, cavidad, acceso, nicho o sistema de pasajes interconectados debajo de la superficie de la tierra o dentro de un risco o plataforma rocosa suficientemente largo para permitir la entrada a una persona, sea ésta natural o realizada por el hombre (Guevara, 2004)

Las cuevas generalmente se forman en regiones kársticas. El término karst se desprende de una región de Eslovenia (al norte de la ex república de Yugoslavia) compuesta por un relieve subterráneo característico. El karst comprende aproximadamente el 15% de la superficie de la Tierra, representa el 75% de la superficie de Cuba, el 45% de Eslovenia, el 25% de Francia e Italia y en México el 20%. (Espinasa, 1994; Culver y Pipan, 2009)

La formación de cavernas responde a una amplia variedad de fenómenos geomorfológicos en donde el tipo de roca, clima, fracturas y fallas tectónicas entre otros factores

determinan el génesis de la formación subterránea. (Espinasa, 1990).

El hombre ha tenido muchos beneficios de las cuevas, muchas de ellas han sido transformadas en centros turísticos, otras son objeto de retos deportivos y exploraciones. También las cuevas pueden tomarse en un plan más serio de investigación, por lo cual la disciplina que se encarga del estudio científico de las cavidades naturales subterráneas en sus aspectos físico, químico, geológico y biológico, se le llama Espeleología (del griego spelaion cueva, logos, tratado), que en su aspecto biológico, se le denomina Biospeleología (del griego, bios, vida) (Bonet, 1971; Hoffman, 1986).

El estudio de la espeleología se ha llevado a cabo en muchos países, sin embargo, las cuevas de México tienen un interés particular por poseer una de las faunas cavernícolas más ricas, variadas e interesantes del mundo (Bonet, 1971). Entre los descubrimientos más notables hechos en el país, es el hallazgo del primer pez carácido ciego del mundo y otras muchas especies. (Bolívar y Carranza 1954; Pineda y Palacios, 1997; Hoffmann, 1986).

México es famoso entre los espeleólogos por la enorme cantidad de cuevas, grutas y cavernas, las cuales no sólo son interesantes por la belleza de sus formaciones, sino por la gran diversidad de su fauna. Reddell, (1981). Según Palacios-Vargas (1993) se han realizado numerosos trabajos sobre la fauna de las cuevas de México, particularmente en los últimos 50 años. Se sabe que existen alrededor de 1,200 cuevas, pozos, sótanos, minas y otros sitios similares, de los que se han citado más de 2,100 especies desde los microscópicos protozoarios, nematodos, anélidos, moluscos y artrópodos hasta mamíferos, aves, batracios, pe-

ces, gasterópodos, insectos, crustáceos, etc., además de algunas plantas y hongos, lo cual permite tener una idea de la riqueza del país en cuanto a fauna con hábitats subterráneos. No son pocas las especies nuevas que se han encontrado, e incluso hay especies endémicas que sólo se conocen en las cavidades nacionales (Lazcano, 1983; Cano y Martínez, 1999; Reddell, 1982; Palacios, 1993)

En Jalisco, el estudio y exploración de las cavernas ha sido una actividad ocasional, empírica o simplemente deportiva, ausente de objetivos, métodos o alcances de carácter científico; la actividad espeleológica, ha sido casi siempre pasatiempo de fin de semana. En este sentido, las cavernas no han sido orientadas específicamente hacia el conocimiento científico del mundo subterráneo, como fenómeno geológico, geomorfológico, hidrológico, biológico, paleontológico, mineralógico, geográfico, etc.

Se conoce por algunos estudios regionales que en la Sierra de Manantlán en los estados de Colima y Jalisco, éstos no tuvieron un enfoque biológico específico solo de prospección (Lazcano, 1986; Espinasa, 1990).

En este trabajo se pretende obtener información para realizar un padrón de cavernas, en el cual se identifiquen las zonas cársticas, áreas de ubicación, tipo de cuevas, mapas, así como la posibilidad de exploraciones multidisciplinarias futuras para realizar estudios biológicos.

## Metodología

Para una investigación integral, lo primero fue identificar la localización de cavernas en el Estado, por medio de la búsqueda de

bibliografía, visitas de campo y entrevistas con pobladores y contactando con actores interesados como investigadores y espeleólogos.

Hacer contacto con los sectores implicados como investigadores, espeleólogos, residentes, para indagar respecto a la identificación de cuevas.

Localizar de manera preliminar los refugios que se consideren más importantes, para realizar las primeras exploraciones, ubicación cartográfica, hacer el inventario y caracterización.

## Resultados

En el estudio preliminar se realizaron exploraciones para la localización de cuevas, su exploración, caracterización y la realización de mapas para posteriores exploraciones de investigación futura.

Para este trabajo se visitaron 21 cuevas de acuerdo con el cuadro 1.

## Discusión

Uno de los aspectos más atractivos de los ecosistemas subterráneos es la biota (bacterias, flora y fauna) que habita en la compleja red de galerías, grietas, fisuras y pasajes del subsuelo, algunos de ellos inundados de agua de manera permanente o temporal. La diversidad biológica y la biomasa son relativamente bajas.

En estos ecosistemas, sobre todo en las partes más profundas, están representados algunos ejemplares de pocas especies, aunque con atributos que los hacen únicos. Los animales que habitan las cuevas exhi-

ben diferentes estados de adaptación a este ambiente, debido, ante todo, a las singulares condiciones de iluminación, silencio, humedad relativa, presión y temperatura, que convierten al sistema subterráneo en un entorno terrestre excepcional. (Cano y Martínez 1999; Culver y Pipan, 2009). En Jalisco se desconoce su fauna subterránea, se necesitan realizar trabajos de campo para poder conocerla, y una oportunidad nos la ofrecen las cuevas.

## Conclusiones

Las cuevas ofrecen valores ambientales de especial interés ya que constituyen ecosistemas frágiles que se caracterizan por la especialización de organismos vivos y por una sorprendente biodiversidad adaptada a unas condiciones de total oscuridad y de elevado grado de humedad que son propias de este medio.

México ofrece en el campo de la investigación subterránea a lo que hay que agregar la particularidad faunística con más de 2100 especies, entre mamíferos, aves, reptiles, batracios, peces, gasterópodos, insectos, crustáceos, arácnidos y otras muchas formas de vida propias de las cavernas. No son pocas las especies nuevas que se han encontrado en el subsuelo mexicano, e incluso hay especies endémicas que sólo se conocen en las cavidades nacionales (Lazcano. 1983). De manera general, apenas se ha iniciado la investigación y exploración sistemática e interdisciplinaria de las formaciones subterráneas naturales. Convirtiéndose así la espeleología en una disciplina científica de frontera para nuestra nación. Muchos investigadores de expediciones extranjeras y mexicanas, coinciden en que México tiene una de las faunas cavernícolas más rica

**Cuadro 1.**

Cueva	Ubicación	Altura	Longitud	Tem	Humedad	Veget.	Tipo de roca
Cueva Cuata	Amatitán	736	208	21	68	SBC	Basalto
La Campana	Chiquilistlán	1290	460	23	44	SMC	Caliza
Altite	Huerta	290	85	31	81	SMC	Caliza
Del Diablo	Huerta	307	105	23	78	SMC	Caliza
Paso Real	Chiquilistlán	1254	140	28	74	SBC	Caliza
Chapuzon	Tala	1407	623	18	76	SBC	Basalto
Enmra2	Atoyac	1385	12	22	43	SBC	Basalto
San bernardo	Zapopan	1195	370	19	31	SBC	Basalto
Cucusiapa	El Grullo	1006	75	26	86	SBC	Basalto
San francisco	Autlán	1407	798	29	79	SBC	Basalto
Bandoleros	Chiquilistlán	1264	620	24	41	SBC	Caliza
Torresillas	Tolimán	1903	110	19	41	BP	Caliza
R. Toxin	Tolimán	1201	3005	19.4	79	SMC	Caliza
Qanat Chimulco	Amatitán	1263	47	34.5	88	URB	Jal
Grieta Tepetates	Amatitán	1309	37	26	36	SBC	Basalto
Cueva de Toscano	Jamay	1644	115	27	44	SBC	Basalto
Cueva del Real	Tecalitlán	1823	185	18	40	BP	Caliza
Cueva Higuierilla	Tecalitlán	1806	47	24	38	BPE	Caliza
Tlalpichici	Cabo Corrientes	5	17	30	80	ZPL	Basalto
Don pancho	La Huerta	3	123	31	90	SBC	Basalto
Colomos	Guadalajara	1558	217	24	88	BP	Jal

BP- Bosque de pino, BPE- Bosque de pino encino, SBC- Selva baja caducifolia, SMC- Selva media caducifolia, ZPL- Zona de playa, URB- Área urbana.

y diversa que cualquier región del mundo (Reddell, 1981, 1982; Hoffmann, 1986).

En la vertiente del pacífico mexicano, es donde menos se han explorado sus cuevas. Para el estado de Jalisco solo se conocían 11 cuevas, (Reddell, 1981) posteriormente Lazcano, 1986) realiza un estudio donde incrementa el número de cuevas que se conocen de la Zona de Cerro Grande. Ésta es una de las regiones donde menos se ha puesto atención a las cuevas y sus habitantes, de ahí la importancia de cualquier contribución (Palacios y Granados 1990). En los últimos años, el grupo espeleológico Zotz, ha incrementado el número de cuevas conoci-

das por sus exploraciones en el occidente del país, pero existe un desconocimiento de la fauna habitante de las cavernas de Jalisco, a partir de este trabajo se hace un análisis de las cuevas en las cuales es factible iniciar un estudio a fondo de la fauna subterránea donde es seguro que obtendremos registros de nuevas especies.

### Bibliografía

Bolívar y Pieltain, Cándido; y J. Carranza. 1954. *Hallazgo en México de un pez ciego y depigmentado de la familia Ameiuridae, que vive en las aguas freáticas del estado de Coahuila*. En: *Ciencia*, núm.14, pp. 115-120. México. D.F.

- Bonet, Federico. 1971 *Espeleología en la región de Cahuamilpa, Gro.* Boletín núm. 90 del Instituto de Geología de la UNAM. Méx. D. F.
- Cano, S. Zenón. Martínez, S. Juana. 1999. Las Cuevas y sus Habitantes. Fondo de Cultura Económica. La Ciencia para Todos No.181.
- Culver C. David, Tanja, Pipan. 2009. *The Biology of Caves and Other Subterranean Habits.* Oxford University Press, University of Oxford, NY.
- Espinasa Pereña Ramón: 1994. El origen y distribución de las cavernas en México, revista ciencias, ed. UNAM No. 36, pp. 45-49.
- Espinasa Pereña, Ramón. 1990 *Propuesta de clasificación del karst de la República Mexicana.* Tesis para obtener el título de: Ingeniero geólogo. Facultad de Ingeniería. UNAM. Méx. D.F.
- Geze, Bernard. 1968. *La Espeleología Científica.* Ediciones Martínez Roca. Barcelona.
- Guevara, R. 2004. Estudio de Legislación Ambiental en Estados Unidos: Acercamiento a la protección legal de recursos Kársticos en Estados Unidos y Puerto Rico. Grupo Espeleológico Anthros. Costa Rica.
- Hoffman, A., Palacios, J., Morales-Malacara, J. 1986. *Manual de Bioespeleología.* Universidad Nacional Autónoma de México.
- Lazcano Sahagún, Carlos. 1986. *Las cavernas de Cerro Grande,* Estados de Jalisco y Colima. Ed. Universidad de Guadalajara, México. 144 pp.
- Montero García, Ismael Arturo. 2000 *Las formaciones subterráneas naturales en la Historia de México,* tesis de maestría en historia de México, Facultad de Filosofía y Letras de la UNAM, México, D. F.
- Palacios-Vargas, J.G. 1993. Nuevos aportes sobre la fauna cavernícola de Yucatán, México. En *Mundos Subterráneos UMAE*, 4: 5-17. México DF.
- Palacios-Vargas, J.G., V. Granados. 1990. Nuevos aportes sobre la fauna cavernícola de Cerro Grande, Jalisco y Colima, México. En *Mundos Subterráneos UMAE*, 1: 8-12. México DF.
- Pineda, Guadalupe. Palacios V. José. 1997. Cuevas Grutas y Cavernas: Su Relación con el Hombre y la Cultura. En *Mundos Subterráneos UMAE*. No. 8: 2-10.
- Reddell. James R. 1981. A review of a cavernicole fauna of México, Guatemala and Belize. *Texas Memorial Museum, University Texas at Austin. Bull.* 27:1-327. USA.
- Reddell. James R. 1982 A checklist of the cave fauna of Mexico. VII. Northern Mexico. En: *Fririlier studies on the cavernicole fauna of Mexico and adjacent regions.* Reddell James R. (editor) del Boletín No. 8 de la Association for Mexican Cave Studies pp. 249-284. También en el Boletín No. 28 del Texas Memorial Museum. Texas. USA.

# [www.parquesyareasnaturales-jalisco.udg.mx](http://www.parquesyareasnaturales-jalisco.udg.mx) Proyecto de extensión universitaria basado en Internet que vincula investigación y educación, para fomentar la cultura participativa de opinión, conservación y disfrute Citar

Ana Isabel Ramírez Quintana<sup>1</sup>✉, Margarita Anaya Corona<sup>2</sup>, Miguel Enrique Magaña Virgen<sup>1</sup>, Heriberto Cruz Solís<sup>2</sup>, Ofelia Pérez Peña<sup>1</sup>, y Juan Pablo Corona Medina<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ciencias Ambientales, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Camino Ing. Ramón Padilla Sánchez No. 2100, La Venta del Astillero, 45221, Zapopan, Jalisco, México, Universidad de Guadalajara.

<sup>2</sup>Departamento de Geografía y Ordenación Territorial, Centro Universitario de Ciencias Sociales y Humanidades (CUCSH). Universidad de Guadalajara.

✉ [anabel.coby@gmail.com](mailto:anabel.coby@gmail.com)

## Introducción

Una de las razones por las que surge este proyecto es porque la Web representa hoy día un instrumento pedagógico que tiene la capacidad de mostrar la información clara, atractiva y práctica. Es un proyecto Inter-Centros de la Universidad de Guadalajara que inició en el 2002 como “ParquesGuadalajara”, el cual después de más de diez años vio su necesidad de transformarse. El objetivo de este proyecto, es vincular el trabajo de la Universidad de Guadalajara en su tarea de mejorar la calidad de vida de la gente de Jalisco, con la participación de expertos en la materia, con usuarios y tomadores de decisiones.

La evolución de las tecnologías de la información y la comunicación está generando nuevos productos y servicios que inciden en nuestra forma de vivir, comunicarnos, estudiar y trabajar. Algunos autores califican este fenómeno de revolucionario porque está modificando los cimientos del actual modelo de sociedad, y definen el tránsito hacia la “sociedad de la información”. Entre las distintas aplicaciones telemáticas, Internet es sin duda la de mayor impacto social y económico. Para algunos

Internet es sin duda el desarrollo tecnológico más destacado de finales del siglo XX (Fuentes, 1998. P. 77). En abril de 2012, el 40 por ciento de la población de México, de seis años o más, se declaró usuaria de Internet. (México, INEGI, 2013). El 76 por ciento de los cibernautas mexicanos tienen menos de 35 años y el 26 por ciento de los hogares del país cuenta con una conexión a Internet. Es pues una característica de las sociedades modernas se el amplio uso de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) como parte de la cultura que sirven para participar y entender el mundo. Está tan integrado a la vida que la ONU declaró el 17 de mayo como el Día Mundial de la Sociedad de la Información, estableciéndose así el Día Mundial de Internet. La participación de la UdeG en este medio de comunicación es un paso natural para mantenernos en vanguardia, como una contribución para reducir el abismo entre los que tienen acceso y los que no tienen acceso al general de los recursos.

Actualmente este portal de Internet contribuirá en tres vertientes: (1) Información, (2) formación y (3) extensión universitaria. Con éstas se cumplen las funciones bá-

sicas que dan razón a una universidad pública como la Universidad de Guadalajara. La relación que existe entre la gente de Jalisco con los parques es materia de estudio en este proyecto. La construcción del portal Web es sólo un vehículo, debido a que existen tantas posibilidades de utilizar enlaces de la Universidad con la comunidad de nuestro estado para fomentar las bondades de los parques en general.

Una de los temas que se enfoca en promover es la visitación de los parques y áreas naturales, fomentar una búsqueda social para mejorar la calidad de los parques existentes, o promover que se formen espacios abiertos de uso público. Considerando que el contar con parques contribuye a que visitantes pasen tiempo entregados en la actividad física de moderada-a-vigorosa (Han, Cohen & McKenzie, 2013). Si sabemos que en México la epidemia de la obesidad está en los niveles más altos del mundo, en infantes y adultos, se convierte en una prioridad fomentar el uso de los parques para combatir la inactividad física que incrementa los riesgos y severidad de enfermedades crónicas. El sitio Web contribuye a fomentar participación ciudadana para incrementar el número de parques, y el uso de los mismos. Existen evidencias de que los parques más cercanos a los ciudadanos es lo que es más deseable y útil; más parques pequeños es mejor que tener pocos y grandes. Cuando los ciudadanos no tienen acceso a un parque, aunque sea pequeño dentro un radio de 1.6 km (una milla) de sus casas (cerca de 3 millas cuadradas), no usarán aquel parque grande que está fuera de su percepción de alcance. Parques pequeños juegan un papel mucho más importante en la actividad física de residentes de barrios (Cohen, Sehgal, Williamson, Sturm, McKenzie, Lara & Lurie, 2006). Si esto se enlaza con el tema de que la hora en que

la gente practica la actividad física es relevante para mejorar la salud de pacientes sedentarios con enfermedades coronarias en la arteria, asociadas con lípidos en la sangre y marcadores inflamatorios (Lian, Zhaoa, Zhua, Wanga, Gaoa, et al., 2014). La disponibilidad de espacios, la percepción de ellos, el fomento de actividades promovidas en forma integral, que favorezcan la cohesión interna evitando segregación interna, es parte de lo que define comunidades sustentables (Cervelló-Royo, Garrido-Yserte, y Segura-García del Río, 2012).

### Objetivos del proyecto

- Contribuir en un buen uso y disfrute de los parques y áreas naturales del estado de Jalisco, así como su conservación y aprovechamiento de los servicios socio-ambientales que ofrecen, para el beneficio de locales y visitantes.
- Vincular el trabajo de la Universidad de Guadalajara en su tarea de mejorar la calidad de vida de la gente de Jalisco que reúna en un mismo sitio a expertos, usuarios, administradores.
- Contar con un canal de comunicación para:
  - Emitir opinión.
  - Aprovechar las ventajas que ofrece el Internet.
  - Proveer información.
  - Promover visitación de parques.
  - Contar con presencia en el Internet.

### Materiales y metodología

Cuando utilizamos el concepto de parques y áreas naturales, en este documento nos referiremos a los parques en un sentido genérico. Parques y áreas naturales estamos hablando de espacios que contribuyen

a la calidad de vida en un sentido amplio: vida de las personas, y vida incluida en la biodiversidad con plantas y animales y los sistemas que los sustentan. Áreas naturales incluye la idea de espacios donde se provee oportunidades de tener contacto de personas con la naturaleza, donde se incluye el concepto de parque con espacios verdes. También espacios donde el contacto con la naturaleza no incluye lo verde, pero sí incluye el contacto con los elementos de la naturaleza tal es el caso de playas costeras de mar, lagos, y ejemplos como la Laguna de Sayula. No incluye espacios, por ejemplo, donde el parque es una plaza “dura” que ha sido diseñado con áreas prioritariamente cementadas para no requerir mantenimiento de jardinería.

El origen de este proyecto de investigación tiene que ver con la trayectoria misma de la Universidad de Guadalajara en la investigación, educación y gestión de las áreas naturales de Jalisco. Esta surgió en la mitad de los años 1980’s y los 90’s con áreas naturales que marcaron historia como el Bosque La Primavera y la Sierra de Manantlán y se han prolongado en el siglo XXI. Desde esta época se ha generado información sobre los parques y las áreas naturales de Jalisco. A través de este tiempo se ha formado mucha gente egresada más que de las aulas, de los proyectos de gestión, gente que ahora cuenta con reconocimiento por su trayectoria en el estudio y la gestión de los valores naturales, ambientales y valores recreativos de espacios naturales, y espacios verdes en las zonas urbanas.

Para esta investigación se hace necesario identificar grupos de usuarios visitantes del portal Web en las siguientes categorías: 1) Navegador casual, 2) Actual o potencial visitante de un parque o área natural, 3) Estudiante en educación básica, 4) Estudiante

en educación media y superior, 5) Educador. Además de registrar si quien visita el sitio es investigador; historiador, científico, curador.

Se ha desarrollado metodología en dos diferentes vertientes. Por un lado se hace un análisis de sitios Web que son de naturaleza similar a “Parques y Áreas Naturales-Jalisco” tanto por el modelo de desarrollo, como por la temática. Por otro lado, se realiza investigación de campo para documentar parques y Áreas Naturales de interés específico. Un grueso de los materiales disponibles se ha colectado por décadas en áreas de interés, definido en los proyectos de investigación registrados por colegas dedicados al estudio y gestión de los parques. Otros proyectos de los que se cuenta con información están como emergentes como es el caso de Cerro Viejo, en la región de Chapala, o Ixtlahuacán del Río, ambos en desarrollo en el 2013. Una parte importante en la metodología será la evaluación del sitio, el cual se considera ser medido de acuerdo a la vocación del sitio.

### **Descripción breve del contenido del portal WEB en cuanto a sus partes**

#### **Método**

Contar con miembros de la Red UdeG en cada región.

- Dos en la Zona Metropolitana de Gdl. CU-CBA-CUCSH.
- 9 regiones, con una persona representante/región.+
- Generación de bases de datos.
- Formación de equipos interdisciplinarios.
- Unidades de mini-sitios.



Figura 1. Imagen preliminar de la versión beta 2013.

## Lanzamiento de la versión beta 2013

- Regiones de la Red Universitaria de Jalisco.
- Parques recomendados
- Opinión.
- Aportes del público
- Eventos
- Noticias
- Publicaciones
- Sitios relacionados

## Resultados

Se ha conseguido el dominio y hospedaje del sitio.

Se ha integrado un equipo de trabajo inter-centros e interdisciplinario.

Se han identificado e invitado a investigadores en esta temática como coordinadores de región de acuerdo a los diferentes centros universitarios.

Esta propuesta del 2013 es la continuación del proyecto 2002 enriquecida con

experiencia e información nueva colectada de forma participativa, misma que sabemos que no es la más rápida, pero sí la más segura y perdurable.

La acción participativa refleja una realidad con legitimidad.

## Discusión y conclusión

### Generación de bases de datos

La comunidad de investigadores de la UdeG nos hemos vuelto más reactivos que proactivos en el asunto de emitir opiniones vía los medios de comunicación masiva. Cuando decimos los medios incluimos a radio, prensa y televisión. Típicamente reporteros son los que buscan a investigadores con un tema que está en la agenda pública, y se invita a los investigadores que tienen algo que ver con los temas de los parques y áreas verdes, al menos así ha sido la experiencia de las/los autores.

Como resultado se publica sólo lo que conviene a los medios, son productos editados o simplemente no se publica nada para

no mencionar temas incómodos. Este sitio Web será una ventana con la oportunidad de emitir opiniones por parte de personas invitadas con la participación de un comité de evaluación del sitio que fungen como comité revisor, coordinado por quienes realizan la “curaduría” del sitio.

De ahí que en la búsqueda de ser propositivos el sitio Web tiene como base la generación de bases de datos y su mantenimiento. Con ello es necesario mantener la visión de:

- Vincular a los distintos sectores de la sociedad con la UdeG.
- Convocar a la formación de grupos interdisciplinarios.
- Contribuir a la formación de recursos humanos.
- Aportar información objetiva que contribuya a tomadores de decisiones sobre parques y áreas naturales de Jalisco.

### Consideraciones finales

Se puede acceder a este sitio: [www.parquesyareasnaturales-jalisco.udg.mx](http://www.parquesyareasnaturales-jalisco.udg.mx). Un factor clave en la continuación del proyecto ha sido la comunicación constante, solidaridad y apoyo mutuo entre la comunidad de gestores en el tema. La UdeG se ha visto beneficiada al sumar esfuerzos al interior y al exterior

de la universidad. El impacto del portal esa nivel local, nacional e internacional.

### Referencias bibliográficas

- Cervelló-Royo, R., Garrido-Yserte, R. y Segura-García del Río, B. (2012). “An urban regeneration model in heritage areas in search of sustainable urban development and internal cohesion”, *Journal of Cultural Heritage Management and Sustainable Development*, Vol. 2 No. 1, pp.44 – 61.
- Cohen, Deborah, Amber Sehgal, Stephanie Williamson, Roland Sturm, Thomas L. McKenzie, Rosa Lara, Nicole Lurie. (2006). *Park Use and Physical Activity in a Sample of Public Parks in the City of Los Angeles, Santa Monica, Calif.*: RAND Corporation, Technical Report. TR-357-HLTH, 2006. As of November 3, 2013: [http://www.rand.org/pubs/technical\\_reports/TR357](http://www.rand.org/pubs/technical_reports/TR357)
- Fuentes, C. F. (1998). *Guía práctica para usuarios. Tecnologías de la información en la educación*. Ediciones Anaya Multimedia. Madrid, España. 352 pp.
- Han, B., Cohen, D. & McKenzie, T.L. (2013). Quantifying the contribution of neighborhood parks to physical activity. *Preventive Medicine* 57 p.483–487.
- Lian, X.-Q., Zhao, D., Zhua, M., Wang, Z.M., Gao, W. Zhao, H., Zhang, D.-G., Yang, Z. J. & Wang, L. S. (2014). The influence of regular walking at different times of day on blood lipids and inflammatory markers in sedentary patients with coronary artery disease. In *Preventive Medicine* 58 p.64–69. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ypmed.2013.10.020>
- México. INEGI. 2013. *Usuarios de Internet en México*. En <http://www.inegi.gob.mx/est/contenidos/espanol/temas/Sociodem/notatinf212.asp> Noviembre 2013.

# Bacterias productoras de ACC desaminasa de rizósfera y suelo salinos Citar

Jesica María Ramírez Villalobos<sup>1</sup>✉, Josefina Casas Solís<sup>1</sup>, Gil Virgen Calleros<sup>2</sup>, Claudia Janeth Ramírez Díaz<sup>1</sup> y María Milagros Martínez Palomar<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio de microbiología, Departamento de Biología Molecular y Celular. <sup>2</sup>Laboratorio de Fitopatología, Departamento de Producción Agrícola. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara, Camino Ing. Ramón Padilla Sánchez No. 2100, La Venta del Astillero, 45221, Zapopan, Jalisco, México.

✉ [jesicamrv\\_901@hotmail.com](mailto:jesicamrv_901@hotmail.com)

## Introducción

Los suelos salinos constituyen un grave problema en la agricultura, porque suprimen el crecimiento de las plantas y su rendimiento en todo el mundo. En México, el problema de la salinidad se presenta fundamentalmente en las zonas áridas con riego y a lo largo de la costa. Se estima que la superficie afectada es del orden de 1 millón de ha (Serrato *et al.*, 2002).

El etileno es esencial en las plantas, sin embargo los niveles de etileno elevados, producidos por diferentes tipos de estrés (Gutiérrez, 2010) pueden provocar daño en la planta debido a la síntesis autocatalítica de etileno y no a la acción directa del factor estresante, por esta razón los inhibidores de la síntesis de etileno ó de la acción del etileno pueden disminuir significativamente la severidad inducida por los factores de estrés (Glick *et al.*, 2007).

Se han buscado estrategias para disminuir el estrés salino en los cultivos. En este contexto se tienen reportes del uso de bacterias productoras ACC (1-ácido carboxílico, -1- aminociclopropano) desaminasa, una enzima que cataliza la conversión del ACC el cual es precursor inmediato de la síntesis del etileno en plantas, en  $\alpha$ -cetobutirato y amoniaco (Glick, 2005), para la mitigación

del estrés salino, al disminuir la cantidad de etileno (Karthikeyan *et al.*, 2012).

El ACC ha sido ampliamente reportada en numerosas especies microbianas de bacterias Gram negativas, bacterias Gram positivas, rizobios, endófitos y hongos se ha postulado que las bacterias del suelo son capaces de degradar y utilizar el ACC (Saleem, 2007), que es exudado por los tejidos vegetales y es tomado por la ACC desaminasa localizada en el citoplasma de los microorganismos (Glick, 2005).

Con la evidencia de que las bacterias del suelo que presentan la enzima ACC desaminasa son capaces de proporcionar protección a las plantas ante el estrés, el uso de esta enzima como complemento en la agricultura podría ser una herramienta importante para aumentar los rendimientos en los cultivos con altos niveles de salinidad (Glick, 2005).

Por lo dicho anteriormente el objetivo de este estudio fue obtener cepas de bacterias aisladas de rizósfera y suelos salinos, capaces de producir ACC desaminasa, y que puedan ser utilizados para disminuir el estrés en cultivos con conductividades muy elevadas.

## Materiales y metodología

### Muestras de suelo y rizósfera

Se colectaron cuatro muestras de suelo salino, que provenían de Tecoman, Colima. Se tomó 1 kg de suelo por cada muestra, las cuales se colocaron en bolsas de plástico y se almacenaron a temperatura ambiente.

Las muestras de suelo salino rizosférico fueron colectadas del vivero Biotique en Usmajac, Sayula, Jal. Se seleccionaron cuatro plantas de verdolaga (*Portulaca oleracea*), maleza del cultivo de arándano azul (*Vaccinium corymbosum*). Para la toma de la muestra, se excavo alrededor de la planta, cuidando que el sistema radicular saliera por completo. Fueron colocadas en bolsas de plástico y almacenadas a 4 °C hasta su análisis.

### Aislamiento bacterianos

Para el aislamiento de bacterias a partir de suelo, se preparó una alícuota a partir de una dilución 1:100 y para el aislamiento en rizósfera a las verdolagas (*V. corymbosum*) se les cortó la parte aérea con la ayuda de unas tijeras, dejando solo la parte radicular. El suelo rizosférico adherido a las raíces fue desprendido por un lavado con agua destilada estéril; de la suspensión del suelo se tomó una alícuota y se realizó una dilución 1:100 y 1:1000.

A partir de la dilución 1:100 de suelo salino y 1:1000 de suelo rizosférico, se realizaron 24 diluciones seriadas en placas de agar nutritivo (AN) mediante una esponja impregnada con la solución de suelo. Se realizó el mismo procedimiento con la solución 1:100 de rizósfera pero este se sembró en placas de medio mínimo. Las placas fueron incubadas a 37 °C durante 24 h. Las colonias obtenidas se sembraron en agar soya tripticaseína (AST) y se incubaron a 37 °C

por 24 h, posteriormente fueron almacenadas a 4 °C.

### Actividad de ACC desaminasa

Las cepas obtenidas del suelo salino y rizosférico, se sembraron en medio selectivo para actividad de la enzima ACC (1- ácido carboxílico, -1- aminociclopropano) desaminasa. Para lo cual se utilizó el medio mínimo Dworkin y Foster (DF) (Penrose y Glick, 2003), el cual contenía por litro 4 g  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ , 6 g  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ , 0.2 g  $\text{MgSO}_4$ , 1 mg  $\text{FeSO}_4$ , 10  $\mu\text{g}$   $\text{H}_3\text{BO}_3$ , 10  $\mu\text{g}$   $\text{MnSO}_4$ , 50  $\mu\text{g}$   $\text{CuSO}_4$ , 22.5  $\mu\text{g}$   $\text{Na}_2\text{MoO}_4$ , 70  $\mu\text{g}$   $\text{ZnSO}_4$ , 5 g de sacarosa, 20 g agar bacteriológico y 1- ácido carboxílico, -1- aminociclopropano (IGN) estéril de 1.5 mM como única fuente de nitrógeno.

El medio mínimo fue ajustado a un pH de 7.2 y esterilizado a 121 °C por 15 minutos, posteriormente se dejó enfriar a 45 °C y se agregó el ACC que previamente fue esterilizado mediante filtración a través de una membrana de 0.45  $\mu\text{m}$ .

Las placas inoculadas fueron incubadas por 72 h a 37 °C, las cepas que presentaron crecimiento en el medio fueron consideradas positivas para la producción de la ACC desaminasa y fueron almacenadas a 4 °C para realizar posteriormente los siguientes trabajos: identificación de bacterias, solubilización de fosfato y medición del crecimiento radicular de plantas de maíz (*Zea mays*) en cultivo hidropónico tras la inoculación de las bacterias seleccionadas.

### Identificación de bacterias

A las cepas productoras de ACC desaminasa, se les realizó tinción de Gram. Dependiendo del tipo de bacteria (Gram positiva o negativa), serán asignadas las pruebas bioquímicas correspondientes para su posterior identificación.

## Resultados

De las muestras de suelo se obtuvieron 112 cepas de las cuales 104 presentaron actividad de ACC desaminasa. Del suelo rizosférico se aislaron 155 colonias 146 tenían la enzima (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Bacterias aisladas de suelos salinos y rizósfera.

Muestras	Cepas aisladas	Productoras de ACC desaminasa
Suelo	112	104
Rizósfera	152	146

## Discusión

Las bacterias son los microorganismos del suelo más abundantes y son encontradas en vida libre o adherida a la superficie de partículas de suelo o a la zona de influencia de las raíces de las plantas denominada rizósfera. Se encuentran asociados con la mayoría de las especies de plantas, sino es que con todas, y comúnmente se les encuentra en la mayoría de los ambientes (Caballero, 2006). La acción de algunos de estos microorganismos en las plantas genera la promoción del crecimiento vegetal y el aumento en la producción de los cultivos (Gutiérrez 2010) y se denominan bacterias promotoras del crecimiento vegetal (PGPB) (Caballero, 2006).

Las PGPB representan numerosas especies del suelo, entre las especies más ampliamente estudiadas se encuentran las rizobacterias promotoras del crecimiento de las plantas (PGPR) las cuales colonizan la rizósfera y la superficie de las raíces (Caballero, 2006). Estas bacterias benefician a las plantas a través de diferentes mecanismos, como son: la fijación de N<sub>2</sub>, la producción

de fitohormonas y sideróforos, la solubilización de fosfato y la síntesis de enzimas que alteran los niveles de fitohormonas y biocontrol de los fitopatógenos (Holguin *et al.*, 2003).

Este estudio se enfocó en la producción de la ACC desaminasa por bacterias, encontrándose que la mayoría de las bacterias que se aislaron de rizósfera y suelos salinos presentaron actividad ACC desaminasa, coincidiendo con lo que Saaleem (2007) menciona sobre lo comunes que son estas bacterias en los suelos.

Glick *et al.* (1998) plantearon un modelo mediante el cual las BGPR disminuyen los niveles de etileno en plantas y a su vez estimulan el crecimiento vegetal. Según el modelo, las bacterias que se encuentran adheridas a la superficie de las semillas o de las raíces emplean al triptófano contenido en los exudados para sintetizar y liberar ácido indol-3-acético (AIA). Este AIA exógeno junto con el AIA endógeno de las plantas estimula la elongación celular vegetal, y ambos inducen la síntesis de la enzima ACC sintasa que convierte a SAM en ACC. Finalmente, el ACC presente en los exudados es hidrolizado en  $\alpha$ -cetobutirato y amonio, y este último es utilizado por plantas y bacterias rizosféricas como una alternativa más de fuente de nitrógeno.

## Conclusión

Las bacterias productoras de ACC desaminasa que se obtuvieron pueden tener el potencial para actuar como promotoras del crecimiento vegetal al ser inoculadas en cultivos con problemas de salinidad. Hace falta realizar más pruebas para determinar si estas cepas tienen otras características de BGPR como la solubilización de fosfato y

producción de auxinas que permitan obtener mayores rendimientos en los cultivos. De igual manera es necesario que estas cepas sean probadas in vivo, para determinar el efecto real que tienen sobre la estimulación del crecimiento vegetal.

## Referencias bibliográficas

- Caballero M. J. 2006. Microbiología agrícola e interacciones microbianas con plantas. *Revista Latinoamericana de microbiología*. **48** (2): 154 – 161.
- Glick B. R. 2005. Modulation of plant ethylene levels by the bacterial enzyme ACC deaminase. *FEMS Microbiology Letters*. **251**:1–7.
- Glick B.R., B. Todorovic, J. Czarny, Z. Cheng, Duan J., & McConkey B. 2007. Promotion of Plant Growth by Bacterial ACC Deaminase. *Critical Reviews in Plant Sciences*. **26**: 227 – 242.
- Glick, B. R., D. M. Penrose & J. Li. 1998. A model for the lowering of plant ethylene concentrations by plant growth-promoting bacteria. *J. Theor. Biol.* **190**:63-68.
- Gutiérrez Galeano Diego Fernando. 2010. Detección y caracterización del gen 1- aminociclopropa-1-carboxilato desaminasa (accD) en cepas de *Frankia sp.* Directores de tesis María Valdés Ramírez y Jesús Caballero Mellado. Tesis de maestría. Instituto Politécnico Nacional. Departamento de microbiología.
- Holguin G., Y. Bashan, E. Puente, A. Carrillo, G. Bethlenfalvay, A. Rojas, P. Vázquez, G. Toledo, M. B. Jiménez, B. R. Glick, L. González, V. Lebsky, M. Moreno & J. P. Hernández. 2003. Promoción del crecimiento en plantas por bacterias de la rizósfera. *Agricultura Técnica en México*. **29** (2): 201-211.
- Karthikeyan B., M. J. Manoharan, I. Rashedul & T. Sa. 2012. ACC deaminase containing diazotrophic endophytic bacteria ameliorate salt stress in *Catharanthus roseus* through reduced ethylene levels and induction of antioxidative defense systems. *Symbiosis*. **56**:77–86.
- Penrose D. M., B. A. Moffatt & B. R. Glick. 2001. Determination of 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid (ACC) to assess the effects of ACC desaminase-containing bacteria on roots of canola seedlings. *Canadian Journal of Microbiology*. **47**(1): 77-80.
- Penrose, D. M. & B. R. Glick. 2003. Methods for isolating and characterizing ACC deaminase-containing plant growth-promoting rhizobacteria. *Physiol. Plant*. **118**:10–15.
- Saleem M., M. Arshad S. Hussain & A. Bhatti. 2007. Perspective of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) containing ACC deaminase in stress agriculture. *J Ind Microbiol Biotechnol*. **34**: 635–648.
- Serrato S. R., A. Ortiz, L. Dimas y S. Berúmen. 2002. Aplicación de lavado y estiércol para recuperar suelos salinos en la comarca lagunera, México. *Terra*. **20**: 329-336.

# Dinámica poblacional de bacterias, hongos y actinomicetos durante el proceso de compostaje a gran escala de bagazo de agave azul Citar

Marcos Rafael Crespo González<sup>1✉</sup>, Ramón Rodríguez Macías<sup>2</sup>, Diego Raymundo González Eguiarte<sup>1</sup>, Luis Alberto Rendón Salcido<sup>3</sup> y José Ignacio del Real Laborde<sup>4</sup>

Profesor investigador del Departamento de: <sup>1</sup>Desarrollo Rural Sustentable, <sup>2</sup>Botánica y Zoología, y <sup>3</sup>Producción Agrícola, del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara, Camino Ing. Ramón Padilla Sánchez No. 2100, La Venta del Astillero, 45221, Zapopan, Jalisco, México. <sup>4</sup>Director Técnico y de Relaciones Institucionales de Tequila Sauza, S.A. de C.V.

✉ [mcrespo@cucba.udg.mx](mailto:mcrespo@cucba.udg.mx)

## Introducción

El bagazo de agave azul (*Agave tequilana* Weber. var. azul) es una biomasa fibrosa que resulta de la molienda de la piña del agave y equivale a cerca del 40% del peso total en base húmeda (Cedeño, 1995); tan sólo en 2012, la industria tequilera generó 352.2 mil toneladas de bagazo aproximadamente (CRT, 2013). Una parte del bagazo se aprovecha para producir composta, la cual sirve como abono orgánico y mejorador de suelos, y a pesar de su extraordinaria utilidad, menos de quince tequileras la producen.

Hasta la fecha, el proceso de compostaje de bagazo de agave a gran escala, es decir, que se realiza de manera mecanizada y con grandes volúmenes de desechos, ha sido reportado solamente por Jiménez (2010), mientras que en lo concerniente a la microbiología del compostaje de bagazo, solamente Rodríguez *et al.* (2004) reportan los resultados de una investigación realizada con una pila a escala piloto. En vista de que las bacterias, hongos y actinomicetos juegan el papel más importante en la degradación de los residuos orgánicos, es importante conocer la forma cómo estos se desarrollan durante el compostaje, para optimizar las condiciones de manejo del proceso. En vista de lo anterior, el presente trabajo

tuvo como objetivo evaluar la dinámica poblacional de hongos, bacterias y hongos que ocurre durante el proceso de compostaje de bagazo a gran escala.

## Materiales y métodos

El trabajo de campo se llevó a cabo en el predio El Mundeño, municipio de Magdalena, Jalisco, ubicado a 1,380 msnm y aproximadamente a 20 km de Tequila, Jalisco. Las características del bagazo cuando llegó al sitio de compostaje fueron las siguientes: a) Alta temperatura (65-70°C), como resultado de la cocción a que es sometido en los difusores para la dilución del jugo del agave (80-90 °C); b) Humedad elevada (70-80%), aún después de ser exprimido para la extracción del jugo; c) Alta relación C/N (152.3), y d) Alta concentración de azúcares residuales (11.9 – 12.7%).

El estudio inició a partir de la formación completa de la pila de compostaje el día 24 de junio de 2008, y permaneció en el predio El Mundeño hasta marzo de 2009, posteriormente, una parte de la pila se trasladó al Rancho El Indio en donde se continuó el muestreo y monitoreo de la temperatura, hasta concluir el estudio el 21 de abril de ese año (total: 300 días). Se formó una pila directamente sobre el suelo con for-

ma de cordón de 3.0 m de ancho, 1.70 m de altura y 195 metros de longitud, con un peso aproximado de 331 toneladas, equivalente a 278 m<sup>3</sup>. Posteriormente, la pila fue inoculada con aproximadamente 300 kg de composta de bagazo de agave con 60 días de compostaje, por cada seis metros de longitud, y se le aplicó el primer volteo el día 11 de julio con composteadora. El segundo volteo ocurrió el día 17 de julio, y de allí en adelante, los volteos se aplicaron con una vez por semana hasta el día 10 de noviembre, ya que partir de esa fecha, los volteos se aplicaron cada dos semanas hasta finalizar el estudio.

A principios de marzo del 2009, con la parte del material reubicado al Rancho El Indio, se formó un cordón (pila alargada), de 2.50 m de ancho, 20.5 m de largo y 0.90 m de altura, de aproximadamente 16 toneladas (~20 m<sup>3</sup>). Es importante hacer notar, que durante todo el periodo de la evaluación, la única fuente de recarga de agua de la pila fue la lluvia del temporal que se presentó entre los meses de junio y septiembre del 2008 (1021 mm). El primer muestreo inició el 24 de junio, el segundo el 8 de julio y el tercero el 22 del mismo mes, y a partir de esa fecha, los muestreos se realizaron con una periodicidad de 15 días hasta el día 10 de noviembre, cuando se cambió a muestreos mensuales hasta finalizar el estudio el 21 de abril del 2009.

Los muestreos se realizaron antes de hacer los volteos a partir del 11 de julio, y se continuaron de manera semanal hasta noviembre, a partir de entonces se realizaron una vez por mes. Los parámetros a medir fueron los siguientes: a) pH en una relación 1:5 con agua destilada, contenido de humedad por diferencia de peso húmedo y peso seco; b) Conteo de poblaciones de bacterias, hongos y actinomicetos de acuerdo a

la técnica sugerida por Robert (1990), con el cual se hace un recuento de las unidades formadoras de colonias (ufc g<sup>-1</sup> M.S.); c) Nitrógeno total (Kjeldahl); d) Cenizas que utiliza material sin moler y calcinado a 550 °C; e) Materia orgánica (M.O.) por cálculo (peso de cenizas menos peso seco de la muestra original), y f) Carbono orgánico por cálculo (MO/1.724). La temperatura de la pila de compostaje se midió con termómetro marca Rochester, tipo bayoneta de 61 cm de longitud. Así mismo, se analizaron los azúcares residuales del bagazo mediante la técnica descrita por Miller (1959).

En cada muestreo, la pila de composta se dividió en tres secciones, cada una de ellas de aproximadamente 65 m de longitud. Cada sección se subdividió a su vez en otras tres, y en cada sitio se midió la temperatura y se tomó una muestra de composta de los tres sitios (4 kg), que en todos los casos se obtuvo sobre el lomo de la pila, a 50 cm de profundidad. Con las tres muestras compuestas tomadas de toda la pila, se formó finalmente otra muestra compuesta, y de ella se obtuvo una muestra representativa para los análisis de laboratorio.

## Resultados y Discusión

### Dinámica de las bacterias

En la Figura 1, se presenta la dinámica de las poblaciones de bacterias contabilizadas durante los 300 días evaluados del proceso de compostaje. Se observa, que la mayor población de bacterias se concentró básicamente en el primer mes, cuando se disparó desde 5.2 ufc x 10<sup>5</sup> g<sup>-1</sup> M.S. (día 1) hasta 424.4 ufc x 10<sup>5</sup> g<sup>-1</sup> M.S. (día 15), que fue el día con el máximo valor registrado durante el compostaje, para después descender hasta 70.7 ufc x 10<sup>5</sup> g<sup>-1</sup> M.S. Posteriormente, se mantuvo en el rango entre 100 y 50 ufc

$\times 10^5 \text{ g}^{-1}$  M.S. hasta 165 días, y por último, descendió hasta terminar en  $28 \times 10^5 \text{ g}^{-1}$  M.S.

La dinámica de la población de bacterias se puede explicar porque las bacterias actúan mejor en pH entre 6 – 7.5 y en ambientes húmedos (Rebollido *et al.*, 2008), lo cual coincide con lo ocurrido en el compostaje de bagazo, ya que en el momento de máxima actividad (15 días) el pH se ubicó en 5.8 y la humedad en 74.4 %. La reducción en el tamaño de la población de las bacterias es debido al agotamiento de los hidratos de carbono de fácil descomposición, los cuales se van degradando en función de la complejidad de su estructura (Steger *et al.*, 2005), como fue el caso de los azúcares residuales, los cuales registraron una elevada concentración (11.9 – 12.7%) que detonó la intensa actividad temporal de las bacterias.

### Dinámica de los hongos

De acuerdo con Day y Shaw (2001), los hongos aparecen casi al mismo tiempo que los actinomicetos; a los primeros, se les reconoce su especial importancia en la degradación de la celulosa y hemicelulosa, pero también intervienen en la descomposición de la lignina, siendo el límite máximo de su actividad alrededor de los 60 °C; no obstante, en el estudio se registró una fuerte actividad de hongos el día 15, cuando la temperatura de la pila alcanzó los 67 °C (Figura 2). En la misma figura, se aprecia la presencia de dos períodos consecutivos con máximo crecimiento poblacional los días 15 y 60, lo cual pudo deberse al fenómeno de sucesión poblacional que se caracteriza porque diferentes grupos de microorganismos se desarrollan en un ambiente específico durante un espacio de tiempo limitado (Dalzell *et al.*, 2007).

El segundo incremento de poblaciones de hongos fue más intenso el día 60 (54 °C), lo cual contrastó con la disminución en la población de bacterias (Figura 1), ya que al dejar el nicho que éstas tenían, lo ocuparon los hongos, proceso que también podría atribuirse a la llamada sucesión microbiana (Miller, 1993). Resultados similares son presentados por Allievi *et al.* (1987), quienes informan de un descenso en las poblaciones bacterianas y un ligero incremento en las poblaciones fúngicas a través del tiempo. El pH registrado en el clímax de actividad de los hongos fue de 5.8 y 8.4, respectivamente, lo cual coincide con Moreno y Mormeneo (2008), quienes afirman que aunque los hongos prefieren pH ácido, algunos toleran un rango más amplio de pH que las bacterias que puede oscilar entre 5.5 y 8.

Después de la presencia de dos ciclos de máxima actividad, se presentó un marcado descenso de poblaciones a partir del día 70, que continuó hasta alcanzar la total inactividad en el día 90 y continuando así hasta el final del proceso de compostaje. A este respecto, la nula presencia de hongos a partir de los 90 días no coincide con lo reportado por la NRAES (2007), en el sentido de que por lo general, las poblaciones de hongos tienden a estar presentes en las etapas finales del compostaje porque prefieren los materiales leñosos y los compuestos difíciles de descomponer, tales como ceras, proteínas complejas, hemicelulosas, ligninas y pectinas. Es muy probable que las poblaciones fúngicas se hayan afectado por el alto pH durante más del 85% del tiempo de compostaje (7 a 9); de acuerdo a Nakasaki *et al.* (1985), también pudo haber influido que las temperaturas estuvieron arriba del rango óptimo de los hongos termófilos (40-50°C) alrededor del 65% del tiempo de compostaje del bagazo.

### Dinámica de los actinomicetos

En la Figura 3 se observa que la actividad de los actinomicetos durante el compostaje de agave manifestó una actividad importante 15 días después del inicio del proceso. Esto se puede explicar por el hecho de que la pila había sido inoculada con composta madura, y seguramente contenía vestigios de estos organismos. Posteriormente, a medida que avanzó el proceso, las colonias de actinomicetos fueron escalando en número de manera gradual y con periodos de intermitencias de 60 días primero, y de 150 días al final. La explicación a este fenómeno podría fundamentarse en los resultados obtenidos por Rebollido *et al.* (2008), quienes afirman que las diferentes comunidades microbianas predominan durante las diferentes fases del compostaje (mesófila y termófila), y cada una se adapta a un ambiente particular, por lo que durante el compostaje, la composición de éstas se determina por varios factores como: temperatura, pH, humedad, relación C/N, entre otros., Steger *et al.*, (2007) manifiestan haber encontrado cambios en la composición de las especies de actinomicetos durante la fase termófila del compostaje a gran escala de desechos urbanos. Los actinomicetos termotolerantes (50-60°C) fueron detectados durante todo el proceso que duró 57 semanas, en que predominaron temperaturas entre 50 y 80 °C, y sólo al final, se detectaron especies propias de la etapa mesófila. Los autores concluyeron que los cambios cualitativos de actinomicetos indican que éstos juegan un papel muy importante en el proceso de degradación y son capaces de degradar sustancias contaminantes, por lo que podrían utilizarse para la bioremediación de suelos.

En cuanto a la fuerte dominancia de los actinomicetos en el proceso de compostaje registrada en el presente estudio, varios autores coinciden con los resultados. Por

ejemplo, Velasco *et al.* (2008) establecen que los actinomicetos fueron el principal grupo responsable de la conversión de la materia orgánica en la etapa final del compostaje de residuos sólidos municipales y de estiércol con paja de arroz, y se caracterizó por encontrarse en el rango termófilo con temperaturas variables entre 45 a 55 °C. Así mismo existe concordancia con el estudio realizado por Rebollido *et al.*, (2008), en el compostaje de residuos sólidos municipales (RSM), puesto que las poblaciones de bacterias, hongos y actinomicetos también aumentaron al inicio del compostaje, y después decrecieron drásticamente en el tiempo, y sólo la población de actinomicetos volvió a aumentar a partir de los 44 días y alcanzó el clímax entre 72 a 93 días posteriores.

Para terminar, se observó que a pesar de la elevada relación C/N de bagazo de agave (152.3), la cual excede los límites recomendados para que un desecho se pueda compostar (25-35), el bagazo inició inmediatamente el proceso de degradación sin ninguna dificultad, presumiblemente debido a que el bagazo de agave posee características excepcionales que lo distingue notoriamente de muchas otras materias primas: a) Elevada superficie de contacto al ataque microbiano, b) Alto grado de humedad e hinchamiento que facilita el ataque microbiano, c) Contenido de médula mayor al 50%, que es un material más blando con menor relación C/N (78.0) y con más nitrógeno que la fibra, lo que favorece la descomposición microbiana, y d) Elevadas cantidad de azúcares residuales (11.9 – 12.7%) que activan de manera muy importante la degradación biológica.

## Conclusiones

El compostaje de bagazo de agave a gran escala mostró una larga fase termófila (>45 °C) durante casi toda el tiempo de compostaje (260 días). Las dinámicas microbianas analizadas relacionan la presencia, intensidad y sucesión microbiana de acuerdo con el grado de degradación y mineralización del bagazo de agave azul.

La dinámica poblacional evaluada para los tres grandes grupos microbianos no coincidió con el único estudio de referencia disponible para el bagazo de agave, lo cual se atribuyó a la gran diferencia en el volumen de las pilas como factor determinante.

## Bibliografía

- Allievi, B. Citterio y A. Ferrari. 1987. Vermicomposting of rabbit manure: modifications of microflora, p. 115-125. In: M. de Bertoldi, M. P. Ferranti, P.L. Hermite y F. Zucconi (eds.). *Compost: production, quality and use*. Els. Appl. Sci. Udine, Italy. 853 p.
- Cedeño, C.M. 1995. Tequila production. *Critical Reviews in Biotechnology*. 15(1):1-11.
- Consejo Regulador del Tequila (CRT). 2013. Estadísticas oficiales de producción de tequila y consumo de agave del año 2010. [En línea]. <<http://www.crt.org.mx>>. [Consultado en 04.01.2013].
- Dalzell, H.W., A.J. Biddlestone, K.R. Gray and K. Thurairajan. 2007. *Soil management: compost production and use in tropical and subtropical environments*. Daya Publishing House. India. 177 p.
- Day, M. and K. Shaw. 2001. Biological, chemical and physical processes of composting, p. 17-50. In: P.J. Stofella, and B.A. Kahn (eds.). *Compost utilization in horticultural cropping systems*. Lewis Publishers, Boca Raton, Fl. U.S.A. 414 p.
- Jiménez M., J.F. 2010. Aprovechamiento de los biosólidos de la industria tequilera para la elaboración de composta de bagazo de agave. Tesis de Maestría en Biosistemática y manejo de Recursos Naturales y Agrícolas, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad de Guadalajara. México.
- Miller, G.L. 1959. Use of dinitrosalicylic reagent for determination of reducing sugar. *Anal. Chem.* 31(3): 426-428.
- Miller, F. C. 1993. Composting as a process based on the control of ecologically selective factors, p. 515-543. In: F.B. Metting Jr. (ed.). *Soil microbial ecology*. Marcel Decker, Inc. New York. 180 p.
- Moreno C, M y S. Mormeneo B. 2008. Microbiología y bioquímica del proceso de compostaje, p. 111-140. En: Moreno C., J. y Moral H., R. (eds.). *Compostaje*. Ediciones Mundi-Prensa, España. 570 p.
- Nakasaki, K., M. Sasaki, M. Shoda and H. Kubota. 1985. Change in microbial during thermophilic composting of sewage sludge with reference to CO<sub>2</sub> evolution rate. *Applied Environmental Microbiology*. 49(1):37-41.
- Natural Resource, Agriculture and Engineering Service (NRAES). 2007. *Composting manure. What's going on in the dark? Manure Management Information Sheet, Number 1*. Ithaca, New York, U.S.A. 8 p.
- Rebollido R., J. Martínez, Y. Aguilera, K. Melchor, I. Koerner and R. Stegmann. 2008. Microbial population during composting process of organic fraction of municipal solid waste. *Applied Ecology and Environmental Research*. 6(3):61-67.
- Robert, F. M. 1990. Impact of environmental factors on populations of soil microorganisms. *The American Biology Teacher*. 52: 364-369.
- Rodríguez M., R. 2004. Desarrollo y Caracterización de sustratos orgánicos a partir de bagazo de agave tequilero. Tesis de Doctorado en Ciencias del Colegio de Postgraduados, Montecillo, Edo. de México.
- Steger, K., Y. Eklind, J. Olsson and I. Sundh. 2005. Microbial community growth and utilization of carbon constituents during thermophilic composting at different oxygen levels. *Microbial Ecology*. 50:163-171.
- Steger, K., Å.M. Sjögren, Å. Jarvis, J.K. Jansson and I. Sundh. 2007. Development of compost maturity and Actinobacteria population during full-scale composting of organic household waste. *Journal of Applied Microbiology*. 103(2):487-498.
- Velasco J., B. Figueroa, R. Ferrera, A. Trinidad y J. Gallegos. 2008. CO<sub>2</sub> y dinámica de poblaciones microbianas en compostas de estiércol y paja con aireación. In: Rebollido R., J. Martínez, Y. Aguilera, K. Melchor, I. Koerner and R. Stegmann. *Microbial population during composting process of organic fraction of municipal solid waste*. *Applied Ecology and Environmental Research*. 6(3):61-67.

# Bagazo de *Agave tequilana* Weber: una alternativa para la inmovilización de levaduras en la producción de etanol Citar

Hasbleidy Palacios Hinestroza<sup>1</sup>✉, Ricardo Manríquez González<sup>1</sup>, Yolanda González García<sup>1</sup>, José Armando Arias García<sup>2</sup>, Diego Cesar Carrillo Espinosa<sup>3</sup>, Javier Emmanuel Roldan Ortiz<sup>3</sup>, Mauricio Degollado López<sup>3</sup>, Mariam Araceli Amezcua Vazquez<sup>3</sup>, Denys Pamela Ramírez Guisa<sup>3</sup> y Juan Carlos Meza Contreras<sup>1</sup>✉

<sup>1</sup>Depto. de Madera, Celulosa y Papel DMCyP, CUCEI; Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Camino Ing. Ramón Padilla Sánchez No. 2100, La Venta del Astillero, 45221, Zapopan, Jalisco, México. Tel (33) 36820110.

<sup>3</sup>Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Occidente, Periférico sur Manuel Gómez Morín 8585, C.P. 45090, Tlaquepaque, Jal., México.

✉ hasble27@yahoo.es | jcmezac@yahoo.com

## Introducción

La inmovilización celular es un método que permite aumentar la concentración de la masa celular en un fermentador, la productividad del proceso y minimiza los costos de producción, ofreciendo ventajas significativas sobre las operaciones de fermentación con células libres (Vasconcelos *et al.* 2004; Tomás *et al.* 2005; Jianliang *et al.* 2007 y Santos *et al.* 2008). Además, esta técnica ha permitido lograr en el caso de la producción de etanol una mayor resistencia a factores fisicoquímicos (pH, temperatura), reducir la inhibición causada por la alta concentración de sustrato (azúcares) y producto (etanol), mejorar el rendimiento y la productividad de etanol, así mismo permite la recirculación y recuperación de las células (Kourkoutas *et al.* 2004).

En la actualidad, se han utilizado una gran variedad de materiales lignocelulósicos como soportes de inmovilización para esta aplicación entre los cuales destacan: bagazo de caña, tallo de maíz, pulpa de remolacha, virutas de madera, mazorca de maíz, hojas de maíz, cáscara de capullo de seda, tallo de sorgo (Jianliang *et al.* 2007; Monteiro *et al.* 2010; Rattanapan *et al.* 2011; Razmovski

y Vucurovic 2012; Vesna y Radoika 2012; Agudelo *et al.* 2012; Kumar *et al.* 2012; Lao-paiboon y Laopaiboon, 2012). Sin embargo, solo algunos han encontrado aplicación a nivel industrial, por lo tanto existe la necesidad de buscar nuevos materiales altamente disponibles y con eficiencias elevadas de adhesión celular (Genisheva *et al.* 2011).

El bagazo de *Agave tequilana* Weber (Bag) es uno de los residuos lignocelulósicos más abundante en el estado de Jalisco, que se genera en el proceso de elaboración del tequila, produciéndose alrededor de  $1.78 \times 10^8$  kg/año (Saucedo-Luna *et al.* 2010). Actualmente, no se dispone de un uso tecnificado del Bag a pesar de que se han propuesto varias alternativas de uso, estas son insuficientes para aprovecharlo (Robledo *et al.* 2010). Debido a la composición química del Bag, éste podría ser utilizado en el área biotecnológica como fuente de azúcares para la producción de metabolitos de alto valor agregado tales como etanol y/o como soporte de inmovilización celular, como ha sido reportado en el caso de bagazo caña de azúcar (Agudelo *et al.* 2012). En este sentido, el objetivo de este trabajo es evaluar Bag como soporte de inmovilización de levaduras del género *Saccharomyces*

*sp.* para su uso posterior en la producción de etanol de segunda generación.

## Materiales y métodos

### Crecimiento de levaduras

Se utilizaron 5 cepas de levaduras del género *Saccharomyces sp.* las cuales forman parte de la colección de cepas del Laboratorio de Biotecnología, DMCyP. Estas levaduras se hicieron crecer en un medio de cultivo líquido YPD (extracto de levadura 10 g/l, peptona 10 g/l, glucosa 20 g/l) con pH 5.5 y se incubaron a 30°C/ 24 – 48 h/ 150 rpm. Estas fueron recuperadas por centrifugación (10000 rpm, 5 min) y una vez lavadas (solución salina 0.9% NaCl) se utilizaron en los diferentes ensayos a una densidad óptica  $DO_{600nm}$ : 0.9.

### Preparación, modificación y caracterización del Bag

El Bag fue recolectado en una fábrica tequilera localizada en Amatitán-Jalisco. Este fue lavado, secado y cortado en un molino, posteriormente las partículas se tamizaron y se seleccionaron las correspondientes a la malla 40 (425  $\mu$ m). Esta fracción fue lavada con agua hirviendo durante 30 min. en continua agitación, antes de ser filtrada y secada a 60 °C por 24 h. Después de esta etapa, se realizó una deslignificación alcalina del material empleando dos métodos previamente optimizados: 1) con  $NH_4OH$  a 2.9 M (Cao *et al.* 2006) y 2) con NaOH a 0.5 M (Santos *et al.* 2008). Finalmente se realizaron dos modificaciones química del Bag deslignificado, una con cloruro de fosilo en DMA (dimetilacetamida), catalizados con TEA (trietilamina) a 165 °C/ 24h. La segunda empleando cloruro de tosilo en presencia de dimetilaminopiridina y DMA, a 8 °C/ 24h (Meyer *et al.* 2005). La evaluación química del soporte modificado fue

analizada por espectroscopía de infrarrojo con transformadas de Fourier (FTIR). Además, se realizaron pruebas de ángulo de contacto ( $\theta$ ) para evaluar la naturaleza hidrofóbica e hidrofílica del material.

### Inmovilización celular en el Bag modificado

Esta se realizó empleando 40 mg de Bag modificado y una suspensión de cada levadura ( $DO_{600nm}$ : 0.9) a 30 °C, 150 rpm durante 24h. La eficiencia de inmovilización celular en cada soporte fue determinada en función de la  $DO_{600nm}$  determinada antes y después de la misma. Además, esta fue evidenciada mediante microfotografías realizadas tanto por microscopía óptica como electrónica de barrido (SEM).

## Resultados

Las pruebas de FTIR realizadas al material deslignificado en medio alcalino y modificado con cloruro de tosilo y fosilo confirmaron la presencia de grupos (C-H, R-SO<sub>2</sub>-OR, C=C y C-F), como se observa en la Figura 1 y 2. Las modificaciones químicas realizadas le confirieron características hidrofóbicas al Bag, lo cual se vio reflejado con las pruebas de ángulo de contacto, obteniéndose los valores más altos para el que fue tosulado ( $\theta= 58.6^\circ$ ) con respecto al Bag fosilado y al que no fue modificado. En este último no fue posible determinar dicho parámetro debido a su naturaleza hidrofílica.

En la Figura 3 se indica el porcentaje de inmovilización celular obtenido en el Bag modificado después de 24 h de incubación en presencia de las diferentes levaduras. Se obtuvieron valores entre 6-46% en el Bag sin tratar, mientras que al incrementar la hidrofobicidad del mismo (Bag tosulado) se logró mejorar la inmovilización entre 1.2 y 5.2 veces, según el tipo de levadura. En

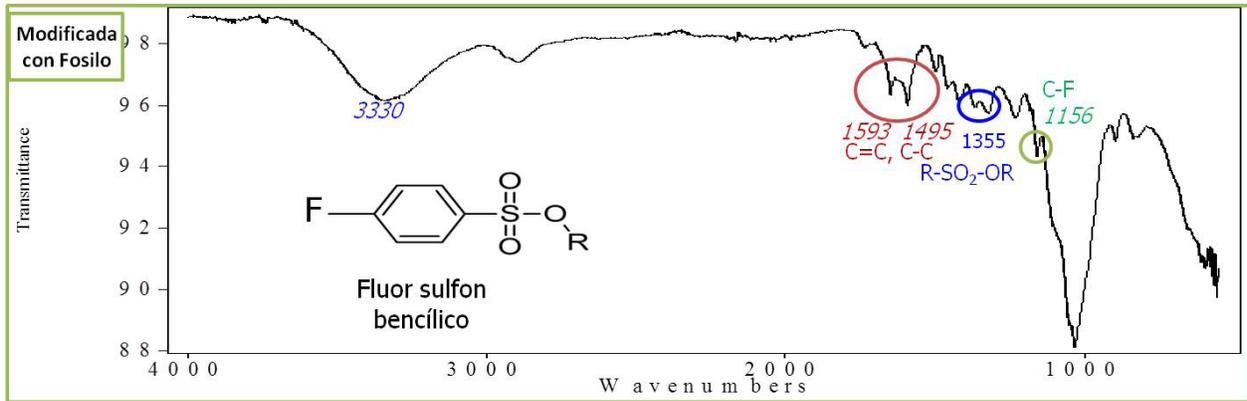


Figura 1. Espectro FTIR de la fio.

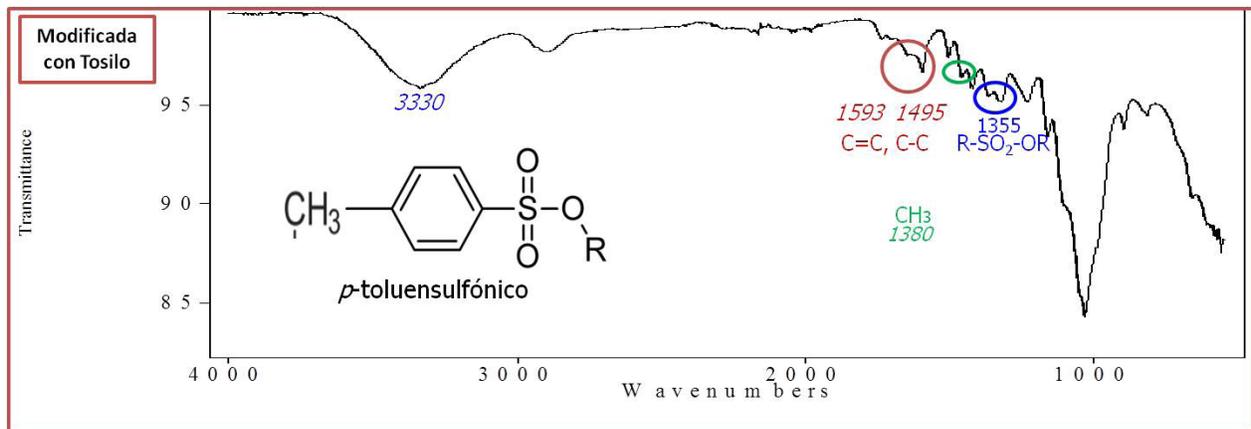


Figura 2. Espectro FTIR de la fibrailo.



Figura 3. Porcentaje de inmovilización ficar.

la mayoría de las cepas se alcanzó una adhesión superior al 40% en dicho material, encontrando el mayor porcentaje de inmovilización en la cepa 1676 (73%).

Con el fin de confirmar la inmovilización celular en el soporte modificado y sin tratamiento, fueron obtenidas imágenes por microscopía óptica y electrónica SEM a este soporte antes y después de la inmovilización, como se aprecia en la Figura 4 a, b y c. En éstas se observa claramente como las células están adheridas sobre la superficie de ambos materiales.

## Discusiones

En este trabajo se logró modificar un residuo lignocelulósico (RL) de alta disponibilidad (Bag), mediante reacciones de fosilación y tosilación, obteniendo un material con nuevas propiedades fisicoquímicas, tal como un incremento en la hidrofobicidad. Esta propiedad mejorada podría permitir el uso de este material en diferentes aplicaciones de interés industrial, entre las cuales la inmovilización celular pudo ser confirmada. El Bag tosilado permitió obtener el porcentaje más alto de adhesión de levaduras (73%, Figura 3). Resultados inferiores (60%) fueron reportados por Kumar *et al.* (2012), usando bagazo de caña de azúcar como soporte y *Kluyveromyces sp.* como levadura de estudio. Sin embargo, la eficiencia de adhesión de las células dependía de las propiedades hidrofílicas del material. En este sentido, la mayoría de los estudios de adsorción celular sobre RL han sido relacionados a las propiedades hidrofílicas del soporte en donde participan principalmente fuerzas electrostáticas y de van der Waals (Santos *et al.* 2008). Con este trabajo queda demostrado que también es posible inmo-

vilizar microorganismos con un material de carácter hidrofóbico.

La inmovilización de levaduras tiene grandes ventajas en los sistemas de fermentación, como lo es, el incremento en el rendimiento del proceso, mayor estabilidad celular, facilidad de recuperar y reutilizar las células en procesos continuos (Santos *et al.* 2008; Agudelo *et al.* 2012). Por esta razón, las células que se inmovilizaron serán utilizadas en posteriores hidrolizados ya establecidos para favorecer la producción de etanol.

## Conclusión

Mediante modificación química, se obtuvieron materiales con características hidrofóbicas deseadas compatibles con la naturaleza química de la membrana celular. Esto permitió mejorar la inmovilización de levaduras del género *Saccharomyces sp.* en un residuo lignocelulósico local de alta disponibilidad (Bag), para su uso posterior en la fermentación de azúcares y producción de etanol.

## Referencias bibliográficas

- Agudelo, L.M., Salazar, A.U. y Peñuela, M. 2012. Yeast immobilization in lignocellulosic wastes for ethanol production in packed bed bioreactor. *Rev. Fac. Ing. Univ. Antioquia*. 62: 66-76.
- Cao, J.F., Gao B.P. y Gu W.B. 2006. Study on producing alcohol fermentation conditions by sweet sorghum juice. *Acta Agriculturae Boreali Occidentales Sinica*. 15(3): 201-203.
- Genisheva, Z.S., Mussatto, J.M. y Teixeira, J.A. 2011. Evaluating the potential of wine-making residues and corn cobs as support materials for cell immobilization for ethanol production. *Industrial Crops and Products*. 34: 979-985.
- Jianliang, Y., Zhang, X. y Tan, T. 2007. A novel immobilization method of *Saccharomyces cerevisiae*

- to sorghum bagasse for ethanol production. *Journal Biotechnology* 129: 415–420.
- Kourkoutas, Y., Bekatorou, A., Banat, I.M., Marchant, R. y Koutinas, A.A. 2004. Immobilization technologies and support materials suitable in alcohol beverages production: a review. *Food Microbiology*. 21: 377-397.
- Kumar, S., Singh, S.P., Mishra, I.M. y Adhikari D.K. 2011. Continuous ethanol production by *Kluyveromyces sp.* IPE453 immobilized on bagasse chips in packed bed reactor. *Journal of Petroleum Technology and Alternative Fuels* 2(1): 1-6.
- Laopaiboon, L. y Laopaiboon, P. 2012. Ethanol production from sweet sorghum juice in repeated-batch fermentation by *Saccharomyces cerevisiae* immobilized on corncob. *World J Microbiol Biotechnol.* 28: 559–566.
- Monteiro, P.A., Romão, G.D. y Barros, G.L. 2010. Ethanol Production by Fermentation Using Immobilized Cells of *Saccharomyces cerevisiae* in Cashew Apple Bagasse. *Appl Biochem Biotechnol.* 161: 209–217.
- Rattanapan, A. Limtong, S. y Phisalaphong M. 2011. Ethanol production by repeated batch and continuous fermentations of blackstrap molasses using immobilized yeast cells on thin-shell silk cocoons. *Applied Energy*. 88: 4400–4404.
- Razmovski, R., Vucurović C.V. 2012. Bioethanol production from sugar beet molasses and thick juice using *Saccharomyces cerevisiae* immobilized on maize stem ground tissue. *Fuel* 92: 1–8.
- Robledo-Ortiz, J.R., Ramírez-Arreola, D.E., Gómez, C.O., González-Reynoso, R. y González-Núñez. 2010. Bacterial immobilization by adhesion onto agave-fiber/polymer foamed composites. *Bioresource Technology*. 101(4): 1293-1299.
- Santos, D.T., Sarrouh, B.F., Rivaldi, J.D., Converti, A., y Silva, S.S. 2008. Use of sugarcane bagasse as biomaterial for cell immobilization for xylitol production. *Journal of Food Engineering*. 86: 542–548.
- Saucedo-Luna, J., Castro-Montoya, A.J., Rico, J.L. y Campos-García, J. 2010. Optimization of acid hydrolysis of bagasse from Agave tequilana Weber *Revista mexicana de ingeniería química*. 9 (1): 91-97.
- Tomás., Brányik, A.V., Dostálek P., y Teixeira J.A. 2005. Continuous Beer Fermentation Using Immobilized Yeast Cell Bioreactor Systems. *Biotechnology Progress*. 21: 653-663.
- Vasconcelos, J.N., Lopes, C.E. y França, F.P. 2004. Continuous ethanol production using yeast immobilized on sugar-cane stalks. *Brazilian Journal of Chemical Engineering*. 21 (3): 357-365.
- Vesna, M.V. y Radojka, N.R. 2012. Sugar beet pulp as support for *Saccharomyces cerevisiae* immobilization in bioethanol production. *Industrial Crops and Products*. 39: 128-134.

# Efecto del extracto etanólico de la corteza de *Lophocereus schottii* (Englem.) en la inducción de apoptosis en esplenocitos y células de linfoma murino L5178y mediante la disminución en la expresión Bcl-2 y Bcl-XL Citar

Arturo Orozco Barocio<sup>1</sup>✉, Salvador Velázquez Magaña<sup>1</sup>, Edgardo Flores Torales<sup>1</sup>, Jorge Peregrina Sandoval<sup>1</sup> y Daniel Alejandro Garavito Espinoza<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Biología Celular y Molecular. <sup>2</sup>Estudiante de la Licenciatura en Biología. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Camino Ing. Ramón Padilla Sánchez No. 2100, La Venta del Astillero, 45221, Zapopan, Jalisco, México.

✉ arorozcob@prodigy.net.mx | arorozco@cucba.udg.mx

## Introducción

La medicina tradicional, en especial la herbolaria, es una alternativa común en el tratamiento del cáncer en muchos países, aproximadamente el 60% de las drogas, comúnmente utilizadas en el tratamiento de los tumores han sido aislados de productos naturales (Gordaliza, 2007); en México del 30 al 70% de los pacientes diagnosticados con cáncer usan extractos de plantas medicinales como una alternativa de la terapia en varios tipos de neoplasias (Gerson-Cwillich et al 2006; Gómez-Martínez et al, 2007). Los extractos de plantas han sido una importante fuente de agentes anticancerígenos usados en la medicina (Saklani, 2008; Jacobo-Salcedo et al., 2011), y las plantas medicinales mexicanas juegan un importante papel en la investigación de nuevos tratamientos (Alonso-Castro et al., 2011).

*Lophocereus schottii* (Engelm) Britton and Rose es un cactus que crece de 2 a 4 m de alto y tiene de 5 a 10 costillas, es una especie endémica de México de climas cálidos; es usado tradicionalmente para el tratamiento del cáncer, úlceras, diabetes, desordenes estomacales y tuberculosis (Ar-

gueta-Villamar et al., 1994; Encarnación-Dimayuga et al., 1987; Bravo-Hollis, 1999).

En un reciente estudio realizado por nuestro equipo de investigación, encontramos que el extracto etanólico de *L. schottii* tiene efectos citotóxicos sobre las células en fase de mitosis, tanto de células de linfoma murino L5178Y como en esplenocitos murinos estimulados con Concanavalina A; asimismo, se observó que el volumen del tumor en estado sólido, es menor cuando se administra el extracto etanólico (Orozco-Barocio et al., 2013).

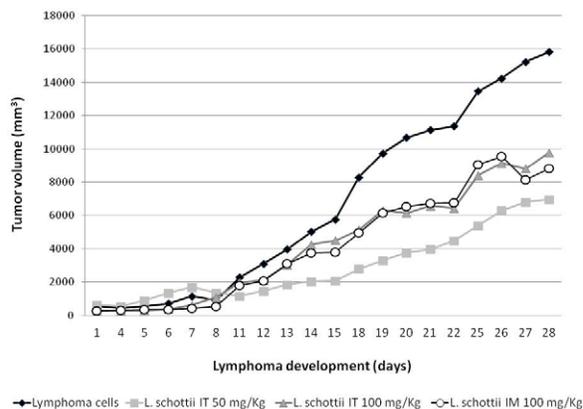
Se sabe que los mecanismos por los cuales los agentes quimioterapéuticos inducen la muerte de células tumorales, es principalmente mediante la inducción de la apoptosis. La apoptosis o muerte celular programada ocurre durante el desarrollo y diferenciación celular y participa en la eliminación de células dañadas después de una lesión celular (Tan et al. 2005). Depende a su vez de la síntesis de proteínas de novo y la activación de factores bioquímicos como consecuencia de una modificación en el equilibrio entre la expresión de genes pro y antiapoptóticos en respuesta al tratamiento (Bravo-Cuellar et al. 2010; Lerma-Díaz



**Figura 1.** Miembros posteriores de un ratón sano (izquierdo), otros inoculados con células de linfoma murino L5178Y en el músculo gastrocnemio a los 30 días de evolución, sin tratamiento (derecha) y tratado con 50 mg/Kg de extracto etanólico de *L. schottii* por vía intratumoral (centro).

*et al.* 2010). Las células que experimentan apoptosis muestran fragmentación internucleosomal del DNA, seguida por alteraciones morfológicas nuclear y celular, que conduce a una pérdida de la integridad de la membrana y la formación de cuerpos apoptóticos. Todos estos procesos están mediados por las caspasas, que son las principales enzimas que actúan como iniciadores y efectores de apoptosis. Algunas de estas moléculas pueden activarse ellas mismas, mientras que otras requieren otras caspasas para adquirir la actividad biológica. Esta cascada proteolítica degrada las proteínas intracelulares específicas incluyendo proteínas nucleares del citoesqueleto, el retículo endoplasmático y el citosol, y finalmente la hidrolización del ADN (Adrain *et al.* 2009, Smith *et al.* 2012).

Por otro lado, cabe destacar que los estímulos apoptóticos, como el producido por la quimioterapia, no solo induce apoptosis, sino que también puede activar mecanismos antiapoptóticos (Sarmiento-Ribeiro *et al.* 2012, Aoudjit *et al.* 2012). Similarmente, el Factor de Transcripción Nuclear Kappa-Be-



**Gráfica 1.** Efecto del extracto etanólico de *L. schottii* sobre el desarrollo del volumen ( $\text{mm}^3$ ) del linfoma murino L5178Y implantado en el músculo gastrocnemio de ratones Balb/c con o sin tratamiento por vía intratumoral (IT) e intramuscular (IM).

ta ( $\text{NF-}\kappa\beta$ ) desempeña un papel importante en el crecimiento, proliferación, invasión y supervivencia de las células tumorales. En las células inactivas, este factor está relacionado con su Inhibidor específico Kappa-Beta ( $\text{I-}\kappa\beta$ ), el cual secuestra al  $\text{NF-}\kappa\beta$  en el citoplasma y previene la activación de sus genes diana (Ahn *et al.* 2008, Tracey *et al.* 2010, Choi *et al.* 2012, Chang *et al.* 2012). En este sentido,  $\text{NF-}\kappa\beta$  puede activar genes antiapoptóticos como Bcl-2, Bcl-XL y survivina, que afectan a la eficacia de la quimioterapia (Oiso *et al.* 2012, Yadav *et al.* 2012, Deorukhkar *et al.* 2010). Los Blastocitos exhiben la sobreexpresión de proteínas antiapoptóticas (Bcl-2 y Bcl-XL), que aumentan la resistencia a la terapia antitumoral (Fakler *et al.* 2009). El deterioro de la apoptosis es conocido por estar relacionado con la inmortalidad celular y la carcinogénesis (Tan *et al.* 2005). Por tanto la inducción de la apoptosis en células neoplásicas es vital en el tratamiento contra el cáncer.

Los compuestos bioactivos contenidos en *L. schottii* son alcaloides de Isoquinolina, Lophocerina y Pilocereina (Wani *et al.*,

1980; Kircher, 1969), así como los triterpenos Lophenol y Lupeol y el esteroide, Escotanol (Argueta-Villamar *et al.*, 1994). Se sabe que los derivados de alcaloides, tales como los compuestos de Isoquinolina, tienen efectos contra el cáncer y reducen el desarrollo de tumores (Wang *et al.*, 2009; Pettit *et al.*, 2009; Li *et al.*, 2009; Staerk *et al.*, 2002). Asimismo, algunos Triterpenoides han mostrado propiedades antineoplásicas y presentan actividad antiproliferativa probada contra varias líneas celulares de cáncer, mediante la inhibición del crecimiento del tumor y de la progresión del ciclo celular e inducir la apoptosis (Palanimuthu *et al.*, 2012; Misawa *et al.*, 2012; Siddique *et al.*, 2011; Él *et al.*, 2011; Saleem, 2009).

El objetivo de este trabajo será estudiar *in vitro* el efecto del extracto etanólico de *Lophocereus schottii* en las células de linfoma murino L5178Y y de esplenocitos de ratón Balb/c sobre la apoptosis, el ciclo celular, el potencial de membrana mitocondrial ( $\Delta\Psi_m$ ), y las proteínas antiapoptóticas Bcl-2 y Bcl-XL.

## Material y métodos

### Extracto Etanólico de *L. schottii*

La corteza seca de *L. schottii* se deja en etanol 1: 10 (p/v), por 48 hrs en agitación, se filtra y se concentra en rotovapor para después liofilizarlo.

### Análisis del ciclo celular mediante citometría de flujo

Para el análisis del ciclo celular, las células del linfoma murino L5178Y y los esplenocitos sanos serán sincronizados, de la siguiente manera: las células serán cultivadas en medio AIM-V conteniendo el 5% de Suero Fetal de Ternera (SFT) por 12 hrs, en seguida serán lavadas y vueltas a incubar con

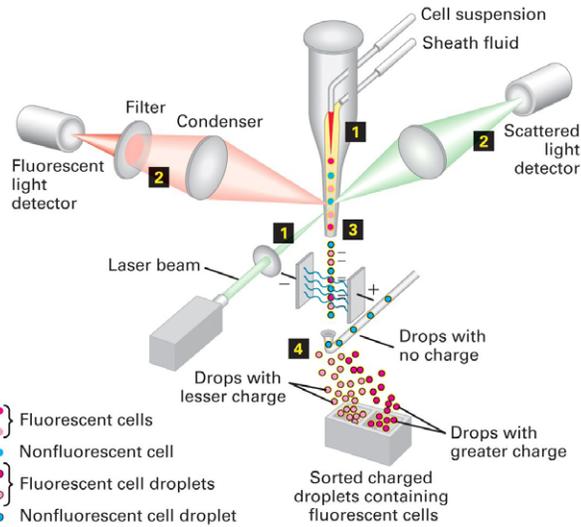
medio AIM-V con el 1% de SFT por toda la noche. Después, las células serán lavadas con Buffer de Fosfatos (PBS) y cambiadas a medio AIM-V libre de SFT por 18 hrs y finalmente las células serán pasadas y colocadas en medio AIM-V con el 10% de SFT,  $1 \times 10^6$  células serán tratadas con diferentes concentraciones del extracto etanólico de *L. schottii*, por 24 hrs. Se utilizará el Kit BD Cycletest™ Plus DNA Reagent para clasificar las células mediante el análisis del ADN.

### Evaluación del potencial de membrana mitocondrial mediante citometría de flujo ( $\Delta\Psi_m$ ).

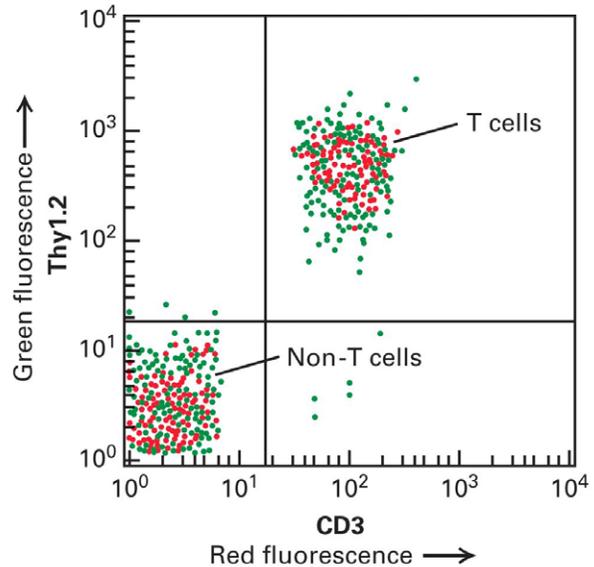
Las células de Linfoma L5178Y y los esplenocitos de ratón Balb/c, serán tratados por 24 hrs con las diferentes concentraciones del extracto etanólico de *L. schottii*; en seguida se lavan con PBS por dos ocasiones y luego se resuspenden con 500  $\mu$ l de PBS que contiene 20 nM de Yoduro de 3,3-Dihexiloxacarbocianina (DIOC6, Sigma-Aldrich) y se incubarán a 37 °C por 15 minutos y será analizado el porcentaje de células con pérdida del  $\Delta\Psi_m$ , que se medirá por citometría de flujo. Como un control interno positivo de la disrupción del  $\Delta\Psi_m$ , las células serán tratadas por 4 hrs con 150  $\mu$ M del protonoforo Carbonilo de Cianuro m-Clorofenilhidrazona (CCCP, Sigma-Aldrich). La citometría de flujo se realizará usando el software FACSDiva (BD Biosciences) en cada muestra.

### Detección de las proteínas antiapoptóticas Bcl-2 y Bcl-XL por citometría de flujo.

Para la determinación de las proteínas Bcl-2 y Bcl-XL,  $1 \times 10^6$  células de linfoma L5178Y y esplenocitos de ratón, se tratarán y no con las diferentes concentraciones del extracto etanólico de *L. schottii* por una hora. Se utilizarán anticuerpos de conejo anti-Bcl-2 y anti-Bcl-XL de ratón Alexa Fluorw647 (Santa Cruz Biotechnology).



**Figura 2.** Esquema del funcionamiento del citómetro de flujo. Separa células marcadas diferencialmente con un reactivo fluorescente.



**Figura 3.** Gráfico del citómetro de flujo. Las células T unidas a anticuerpos marcados con fluorescencia para dos proteínas de la superficie celular son separadas de otros glóbulos blancos.

Los procedimientos de tinción serán de acuerdo a los protocolos para la detección de las proteínas antiapoptóticas por citometría de flujo. Los resultados serán representados como el promedio de la intensidad de fluorescencia (MFI) de las proteínas. Los datos serán procesados por con el software FACSDiva (BD Biosciences).

## Referencias bibliográficas

Adrain C, S.J. Martin. 2009. Apoptosis: calling time on apoptosome activity. *Sci Signal*, 2(91):pe62.

Ahn KS, G. Sethi, B.B. Aggarwal. 2008. Reversal of chemoresistance and enhancement of apoptosis by statins through down-regulation of the NF-kappaB pathway. *Biochem Pharmacol*. 75(4):907–913.

Aoudjit F, K. Vuori. 2012. Integrin signaling in cancer cell survival and chemoresistance. *Chemotherapy research and practice*. 283181.

Argueta-Villamar, A., L.M. Cano-Asseleih, M.E. Rordarte. 1994. *Atlas de las plantas de la medicina tradicional mexicana II*. Instituto Nacional Indigenista México 1028.

Bravo-Cuellar A, P.C. Ortiz-Lazareno, J.M. Lerma-Diaz, J.R. Dominguez-Rodriguez, L.F. Ja-

ve-Suarez, A. Aguilar-Lemarroy, S. del Toro-Arreola, R. de Celis-Carrillo, J.E. Sahagun-Flores, J.E. de Alba-Garcia. 2010. Sensitization of cervix cancer cells to Adriamycin by Pentoxifylline induces an increase in apoptosis and decrease senescence. *Mol Cancer*, 9:114.

Chang CC, W.J. Lu, E.T. Ong, C.W. Chiang, S.C. Lin, S.Y. Huang, J.R. Sheu. 2011. A novel role of sesamol in inhibiting NF-kappaB-mediated signaling in platelet activation. *J Biomed Sci*. 18:93.

Choi YH, H.Y. Park. 2012. Anti-inflammatory effects of spermidine in lipopolysaccharide-stimulated BV2 microglial cells. *J Biomed Sci*. 19:31.

Deorukhkar A, S. Krishnan. 2010. Targeting inflammatory pathways for tumor radiosensitization. *Biochem Pharmacol*. 80(12):1904–1914.

Fakler M, S. Loeder, M. Vogler, K. Schneider, I. Jeremias, K.M. Debatin, S. Fulda. 2009. Small molecule XIAP inhibitors cooperate with TRAIL to induce apoptosis in childhood acute leukemia cells and overcome Bcl-2-mediated resistance. *Blood*. 113(8):1710–1722.

Kircher, H.W. 1969. The distribution of sterols, alkaloids and fatty acids in senita cactus, *Lophocereus schottii*, over its range in Sonora, México. *Phytochemistry*, 8: 1481-1488.

Lerma-Diaz JM, G. Hernandez-Flores, J.R. Dominguez-Rodriguez, P.C. Ortiz-Lazareno, P. Gomez-Contreras, R. Cervantes-Munguia, D. Scott-Algara, A. Aguilar-Lemarroy, L.F. Jave-Suarez,

- A. Bravo-Cuellar. 2006. In vivo and in vitro sensitization of leukemic cells to adriamycin-induced apoptosis by pentoxifylline. Involvement of caspase cascades and IkappaBalpha phosphorylation. *Immunol Lett* 103(2):149–158.
- Li, Ch., D. Lee. N. Graf. S.S. Phifer. Y. Nakanishi. S. Riswan. F.M. Setyowati. A.M. Saribi. D.D. Soejarto. N.R. Farnsworth. J.O. Falkinham. D.J. Kroll, A.D. Kinghorn. M.C. Wani, N.H. Oberlies, 2009. Bioactive Constituents of the Stem Bark of *Mitrephora glabra*. *Journal Natural Products*. 72(11): 1949–1953.
- Misawa, E., M. Tanaka. K. Nomaguchi. K. Nabeshima. M. Yamada. T. Toida. K. Iwatsuki. 2012. Oral ingestion of *Aloe vera* phytosterols alters hepatic gene expression profiles and ameliorates obesity-associated metabolic disorders in Zucker diabetic fatty rats. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 60 (11):2799-806.
- Oiso S, R. Ikeda, K. Nakamura, Y. Takeda, S. Akiyama, H. Kariyazono. 2012. Involvement of NF-kappaB activation in the cisplatin resistance of human epidermoid carcinoma KCP-4 cells. *Oncol Rep*. 28(1):27–32.
- Orozco-Barocio A, B.L. Paniagua-Dominguez, P.A. Benitez-Saldaña, E. Flores-Torales, S. Velazquez-Magaña, H.J. Arreola-Nava. 2013. Citotoxic effect of the ethanolic extract of *Lophocereus schottii*, a Mexican medicinal plant. *Afr J Tradit Complement Altern Med*. 10(3):397-404
- Palanimuthu, D., N. Baskaran. S. Silvan. D. Rajasekaran. S. Manoharan. 201). Lupeol, a bioactive triterpene, prevents tumor formation during 7,12-dimethylbenz(a)anthracene induced oral carcinogenesis. *Pathology and Oncology Research*. 18(4):1029-37.
- Pettit, G.R., S. Ducki, S.A. Eastham, N. Melody. 2009. Antineoplastic Agents. 454. Synthesis of the Strong Cancer Cell Growth Inhibitors trans-Dihydronarciclasine and 7-Deoxy-trans-dihydronarciclasine. *Journal Natural Products*. 72, 1279–1282.
- Saleem, M. 2009. Lupeol, a novel anti-inflammatory and anti-cancer dietary triterpene. *Cancer Letters*. 285 (2): 109-115.
- Sarmiento-Ribeiro AB, M. Dourado, A. Paiva, A. Freitas, T. Silva, F. Regateiro, C.R. Oliveira. 2012. Apoptosis deregulation influences chemoresistance to azaguanine in human leukemic cell lines. *Cancer Invest*. 30(5):331–342.
- Siddique, H.R., M. Saleem. 2011. Beneficial health effects of lupeol triterpene: a review of preclinical studies. *Life Sciences*. 14; 88(7-8):285-93.
- Smith MA, R.G. Schnellmann. 2012. Calpains, mitochondria, and apoptosis. *Cardiovasc Res*. 96(1):32–37.
- Stærk, D., A.K. Lykkeberg. J. Christensen. J.B. Budnik. F. Abe. J.W. Jaroszewski. 2002. In Vitro Cytotoxic Activity of Phenanthroindolizidine Alkaloids from *Cynanchum vincetoxicum* and *Tylophora tanakae* against Drug-Sensitive and Multidrug-Resistant Cancer Cells. *Journal Natural Products*, 65, 1299-1302.
- Tan, M.L., T.S. Tengku Muhammad, N. Najimudin, S.F. Sulaiman. 2005. Growth arrest and non-apoptotic programmed cell death associated with the upregulation of c-myc mRNA expression in T-47D breast tumor cells following exposure to *Epipremnum pinnatum* (L.) Engl. hexane extract. *J. Ethnopharmacol*. 96, 375–383.
- Tracey L, C.J. Streck, Z. Du, R.F. Williams, L.M. Pfeffer, A.C. Nathwani, A.M. Davidoff. 2010. NF-kappaB activation mediates resistance to IFN beta in MLL-rearranged acute lymphoblastic leukemia. *Leukemia*. 24(4):806–812.
- Wani, M.C., J. B. Thompson, H.L. Taylor, M.E. Wall, R.W. Miller, A. T. Mc Phail. 1980. X-ray crystal and molecular structure of the racemic dimeric tetrahydroisoquinoline alkaloid lophocine, probably an artifact, from *Lophocereus schottii*. *Journal of Chemical Research*. S. (1):15.
- Wang, G.Y., Q.H. Lv. Dong, R.Z. Xu, Q.H. Dong. 2009. Berbamione induces Fas mediated apoptosis in human hepatocellular carcinoma HepG2 cells and inhibits its tumor growth in nude mice. *Journal of Asian natural products research*. 11(3): 219 – 228.
- Yadav VR, S. Prasad, S.C. Gupta, B. Sung, S.S. Phatak, S. Zhang, B.B. Aggarwal. 2012. 3-Formylchromone interacts with cysteine 38 in p65 protein and with cysteine 179 in IkappaBalpha kinase, leading to down-regulation of nuclear factor-kappaB (NF-kappaB)-regulated gene products and sensitization of tumor cells. *J Biol Chem*. 287(1):245–256.

# Productividad primaria *ex situ* en coral hermatípico *Pocillopora capitata*, Verrill 1864 en la costa de Jalisco Citar

Mariel Torres Ortiz y Elva Guadalupe Robles Jarero

Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Camino Ing. Ramón Padilla Sánchez No. 2100, La Venta del Astillero, 45221, Zapopan, Jalisco, México

✉ [productonatural@hotmail.com](mailto:productonatural@hotmail.com) | [erobles38@gmail.com](mailto:erobles38@gmail.com)

## Introducción

Los corales hermatípicos o pétreos, pertenecen al phylum Cnidaria, clase Anthozoa y orden Scleractinia. Conforman estructuras masivas de gran biodiversidad en profundidades someras de los mares tropicales y subtropicales. Son ecosistemas productivos y vulnerables, comparables en diversidad biológica con las selvas tropicales y los bosques de niebla (Connell, 1978; Veron, 1986).

La permanencia de los corales hermatípicos ha sido posible gracias a la relación simbiótica que mantienen los pólipos coralinos con las “zooxantelas” (algas del género *Symbiodinium*) (Jackson 2001; Sánchez *et al.*, 2005). Las algas utilizan el proceso de la fotosíntesis para capturar la energía del sol derivándola en materia orgánica al tejido del coral y contribuyen a remover productos de desecho que serían potencialmente tóxicos para el coral, como el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y algunos fosfatos y nitratos. A cambio, las algas simbiotas tienen un lugar seguro donde vivir libre de depredadores y reciben por parte del coral, nutrientes indispensables para su crecimiento (López-Pérez, 2002).

La principal forma de alimentación de los corales es autótrofa, sin embargo, también son animales heterótrofos carnívoros (Edmunds y Davies, 1986, López-Pérez,

2002). Durante la noche, los pólipos coralinos se alimentan de zooplancton, fijando fosfatos y nitratos, los cuales son reciclados enseguida entre los pólipos y las algas. Este proceso permite crecer a los corales más rápidamente, antes de ser erosionados por procesos físicos o biológicos (Veron, 1986, 2000). De igual manera pueden ingerir partículas en suspensión y bacterias (Edmunds y Davies, 1986).

La cantidad de materia orgánica o tejido que se acumula en un organismo autótrofo durante un tiempo determinado a través de la fotosíntesis, es denominada producción primaria (Lalli y Parsons, 1997).

Las estimaciones de productividad primaria en los arrecifes de coral, se han efectuado mediante métodos no fisiológicos que evalúan la biomasa o el volumen de organismos y fisiológicos basados en asimilación de CO<sub>2</sub> a través de los cambios de los registros de productividad neta en un arrecife de coral que varían entre 1500 y 5000 gC.m<sup>-2</sup>.año<sup>-1</sup> y contrastan con los 10-15 gCm<sup>-2</sup>.año<sup>-1</sup> del océano circundante, siendo considerados oasis de producción en un mar pobre en nutrientes (Lalli y Parsons, 1997).

## Materiales y métodos

Para evaluar la productividad primaria en el coral hermatípico *Pocillopora capitata* Verrill, 1864 se efectuó un experimento *ex situ*

a finales de octubre y principios de noviembre del 2011, utilizando 10 fragmentos de *P. capitata*. Las colonias se extrajeron a una profundidad menor a 2 m, mediante buceo tipo SCUBA, depositándose en una hielera con agua de mar para trasladarlas al laboratorio del CUCSUR de la Universidad de Guadalajara en Melaque, Jalisco. Se colocó cada colonia de coral en una cámara respirométrica con una capacidad 1,800 ml, ubicada dentro de una tina principal de fibra de vidrio con dimensiones de 50 x 1.10 cm y 120 litros de capacidad. Cada cámara fue alimentada con agua de mar mediante un sistema Manifold, bombeada desde un aljibe que almacenaba el agua previamente filtrada para evitar hasta un 70% de materia orgánica, plancton y sedimentos.

Previo al experimento, las colonias se mantuvieron dentro de cámaras respirométricas durante 24 h para su aclimatación. Posteriormente, se inició el experimento por 72 h continuas. Se realizaron incubaciones cada dos horas (3 incubaciones diurnas y 5 nocturnas) Entre cada incubación, se removía una hora la tapa de cada cámara, para garantizar un recambio en el agua y evitar estrés excesivo en los fragmentos. El oxígeno disuelto ( $O_2$ ) se registró con un oxímetro YSI Modelo 55.

Se implementó un modelo de ecuaciones cuadráticas para evaluar la productividad neta y respiración de cada colonia, así como ANOVA de una vía para evaluar la variación de los parámetros fisicoquímicos del sistema de incubación y en cada una de las cámaras respirométricas.

Se graficaron las diferencias de la liberación de oxígeno disuelto final menos oxígeno disuelto inicial ( $O_f - O_i$ ) de las incubaciones diurnas y nocturnas y se ajustó a un modelo cuadrático, con el fin de alcanzar

una cercanía a la producción bruta y determinar el área bajo la curva que representa producción diaria.

## Resultados

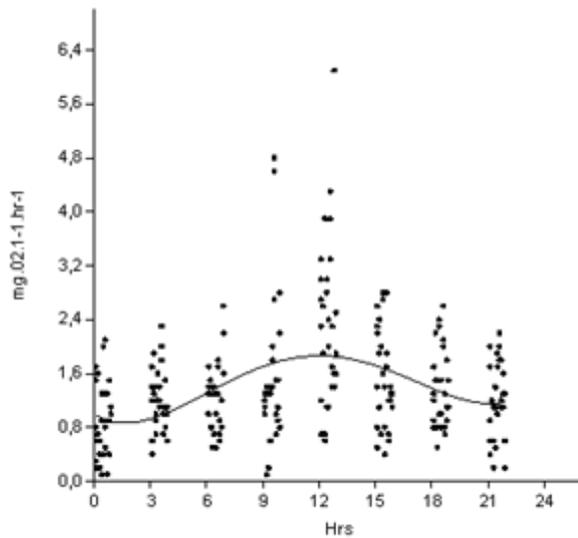
El período de producción (o liberación) de oxígeno se estableció entre las 6:00 y las 18:00 h, mientras que la respiración (o consumo) de las 19:00 a las 5:00 h. Las colonias mostraron una tendencia a liberar mayor cantidad de oxígeno después de las 12 h y hasta el atardecer. Solo como referencia, se calculó el valor promedio de las incubaciones diurnas (entre las 6 y las 17 h) para *P. capitata* el promedio fue de  $1.81 \text{ mg.O}_2 \cdot 1^{-1} \cdot \text{hr}^{-1}$  con un máximo de 6.1 y mínimo de  $0.1 \text{ mg.O}_2 \cdot 1^{-1} \cdot \text{hr}^{-1}$  (Figura 1).

Se obtuvo un valor de  $1 \text{ mg.O}_2 \cdot 1^{-1} \cdot \text{hr}^{-1}$ , de consumo respiratorio en *Pocillopora capitata*. Los puntos más altos de respiración para *P. capitata* coincidieron entre las 4:00 y 22:00 hrs respectivamente con valores de 1.0 y  $1.1 \text{ mg.O}_2 \cdot 1^{-1} \cdot \text{hr}^{-1}$  siendo el valor máximo de respiración de  $2.3 \text{ mg.O}_2 \cdot 1^{-1} \cdot \text{hr}^{-1}$  a las 4:00 h (Figura 2).

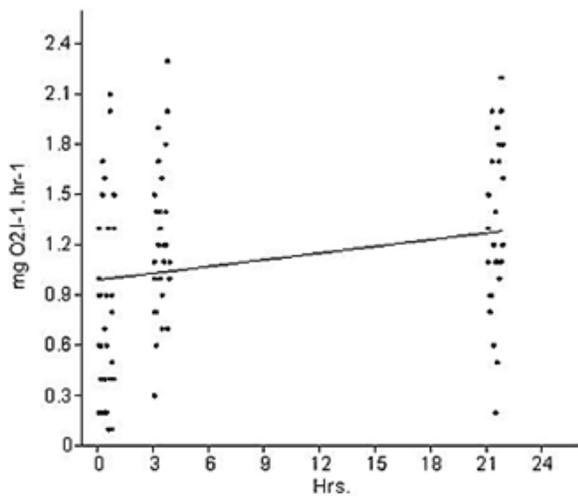
En *Pocillopora capitata* los valores de la tasa fotosintética (F) fue de  $0.82 \text{ mg O}_2 \cdot 1^{-1} \cdot \text{día}^{-1} \cdot \text{pólipo}^{-1}$  y la tasa de respiración (R) de  $0.49 \text{ mg O}_2 \cdot 1^{-1} \cdot \text{día}^{-1} \cdot \text{pólipo}^{-1}$ . El cociente F:R promedio fue de 1.78.  $\text{mg O}_2 \cdot 1^{-1} \cdot \text{día}^{-1} \cdot \text{pólipo}^{-1}$  (Figura 3).

## Discusión

Toda vez que exista una equivalencia concreta entre el oxígeno y la materia producida, la producción de oxígeno puede construir una base para averiguar la productividad. La producción de oxígeno puede medirse así mismo por el método de la "curva

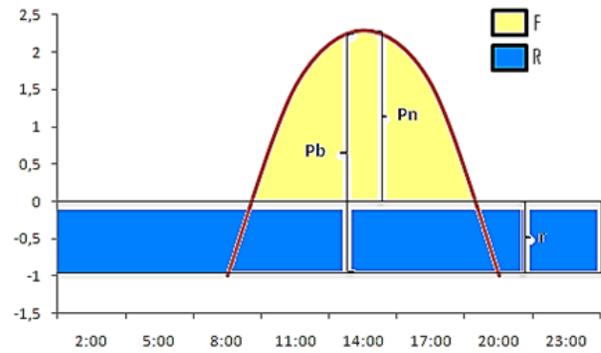


**Figura 1.** Gráfico de producción de oxígeno durante 24 h.



**Figura 2.** Gráfico de liberación de oxígeno (respiración) para *Pocillopora capitata*.

diurna”. En este caso las mediciones de oxígeno disuelto en el agua en libertad se efectuaban a intervalos durante el día y la noche, de modo que la producción de oxígeno durante el día y su consumo durante la noche, puedan calcularse delimitando el área bajo las curvas diurnas (Odum, 1971), el método de la curva diurna mide la producción primaria bruta, ya que el oxígeno consumi-



**Figura 3.** Balance metabólico en la taxocenosis.

do durante la noche se añade al producido durante el día (con lo que queda concluida la respiración de la comunidad conjunta) (Odum, 1971). Esto permite identificar el periodo de máxima producción de oxígeno en las colonias durante los 3 días de incubaciones, y así obtener la relación F/R e indicar la condición de autótrofia o heterotrofia.

Los resultados obtenidos en las incubaciones de *Pocillopora capitata* lo ubica como ecosistema de alta producción, mayormente productores. Estos resultados coinciden con los reportado por Odum *et al.* (1955) en arrecifes de Puerto Rico con valores de productividad primaria neta (PPN) entre 1.4 y 2.8 g O<sub>2</sub> m<sup>-2</sup> h<sup>-1</sup>, y más recientemente, Chisholm (2003) que reporta valores de PPN de 0.32 a 1.21 g O<sub>2</sub> m<sup>-2</sup> h<sup>-1</sup>. Los valores más altos de producción de oxígeno durante las incubaciones para ambas especies fue similar, observándose durante los periodos diurnos del segundo día, que coincide con la menor irradianza de los tres días de experimentación, ya que las colonias de coral lograron aclimatar temporalmente su metabolismo al cambio del hábitat y lograron incrementar la producción de oxígeno y los procesos fisiológicos de zooxantelas-coral que derivan de ello. Las comunidades coralinas asentadas en Bahía Tenacatita y Bahía Chamela, localidades donde se recolectaron

los fragmentos para el experimento, se pueden considerar sitios de alta eficiencia fotosintética, y por lo tanto sumideros de carbono, como lo sugieren Calderón-Aguilera *et al.* (2010).

## Conclusión

Los resultados obtenidos en las incubaciones de las especies de coral hermatípico *Pocillopora capitata* los ubica como ecosistemas de alta producción, mayormente productores o preferentemente autótrofos, por lo que las comunidades coralinas asentadas en Bahía Tenacatita y Bahía Chamela, Jalisco, se consideran sitios de alta eficiencia fotosintética, y por lo tanto sumideros de carbono.

Para esta especie de coral se destaca la alta capacidad para cumplir adecuadamente la función de la fotosíntesis, sustentando un nivel de comunidad clímax en la taxocenosis mediante un balance metabólico estable.

## Literatura citada

- Calderón-Aguilera, L.E., H. Reyes-Bonilla y J.D. Carriquiry. 2010. El papel de los Arrecifes Coralinos en el Flujo de Carbono en el Océano: Estudios en el Pacífico Mexicano. El carbono en Aguas Costeras Lacustres. *La información más reciente ha sido obtenida a partir de los proyectos "Distribución y aspectos taxonómicos de los corales arrecifales (Anthozoa: Scleractinia) del Pacífico mexicano" (Ref. CONACYT – SEMARNAT CO1-2002-0189; CONABIO AS007)*
- Chisholm, John. M.R. 2003. Primary productivity of reef building crustose coralline algae. *The American Society Limnology and Oceanography*. 48:1376-1387 ISSN: 1177-9241
- Connell, J.H. 1978. Diversity in Tropical Forest and Coral Reefs. *Science, New Series*, Vol. 199, No. 4335. 1302-1310. ISSN: 0122-7483
- Edmunds, P. J. and P. Spencer Davies. 1988. Post-illumination stimulation of respiration rate in the coral *PoritesporitesCoral Reefs*. ISSN: 0722-4028
- Jackson, Jeremy, B.C. 2001. What was natural in the Coastal Oceans? *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 98:5411-5418.ISSN: 0964-5691
- Lalli, Carol M. and Timothy R. Parsons. 1997. *Biological oceanography on introduction*. Second Edition. The Open University. University of British Columbia, Vancouver, Canada.337 p.
- López-Pérez, Ramón A, Luz María Hernández-Ballesteros y Tania Herrera-Escalante. 2002. Cambio en la dominancia de la comunidad arrecifal en Chachacual, Bahías de Huatulco, Oaxaca, México. *Ciencia y Mar*. 6(6): 33-38 ISSN: 1665-0808
- Odum, Pleasants Eugene. 1971. *Ecología*. Interamericana. Tercera edición. University of Georgia. Athens, Georgia. 639 p.
- Ninijohanna Cadena Cepeda, Juan Armando Sánchez, Alejandro Grajales, Isabel Porto. 2005. ¿Por qué están muriendo los corales? Blanqueamiento coralino: Causas, consecuencias e hipótesis. *Revista Hipótesis Apuntes científicos Uniandinos*. 5:14-22 ISSN: 1692-729X
- Veron John Edward Norwood. 2000. *Corals of the world*. Melbourne. Australian Institute of Marine Townsville, Sydney. Australia. 1382 p.

# Estudio preliminar del efecto genotóxico de las enfermedades cardiovasculares Citar

Nicole Macriz Romero<sup>1</sup>, Olivia Torres Bugarín<sup>1</sup>✉, José Pablo Aguilar Amezcua<sup>1</sup>, Julio Rafael Flores Rascon<sup>1</sup>, María Luisa Ramos Ibarra<sup>2</sup> y Ana Josefina Ventura Aguilar<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Medicina. Universidad Autónoma de Guadalajara, Av. Patria 1201, Lomas del Valle, 3a Sección, C.P. 45129, Zapopan, Jalisco, México. Apdo. Postal 1-440.

<sup>2</sup>Profesor Investigador Titular, Departamento de Salud Pública, División de Ciencias Veterinarias, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Camino Ing. Ramón Padilla Sánchez No. 2100, La Venta del Astillero, 45221, Zapopan, Jalisco, México.

<sup>3</sup>Centro Médico de Occidente, Belisario Domínguez, Guadalajara.

✉ [olviatorres@hotmail.com](mailto:olviatorres@hotmail.com)

## Introducción

Las enfermedades cardiovasculares constituyen una de las causas más importantes de discapacidad y muerte prematura en todo el mundo. El problema subyacente puede ser la aterosclerosis e inflamación progresiva, mismos que provocan daño al ADN vinculado con la sobreproducción de radicales libres; estos eventos progresan a lo largo de los años, de modo que cuando aparecen los síntomas, generalmente a mediana edad, suelen encontrarse en fase avanzada. Los episodios coronarios (infarto de miocardio) y cerebrovasculares (evento vascular cerebral) agudos se producen de forma repentina y conducen frecuentemente a la muerte antes de que pueda dispensarse la atención médica requerida. La modificación de los factores de riesgo puede reducir estos episodios y la muerte prematura asociada a los mismos, tanto en las personas con alto riesgo como en aquellos con enfermedad cardiovascular establecida (Secretaría de Salud 2008). Por su parte, el estrés oxidativo, definido como un estado de desbalance entre la producción de radicales libres y su degradación por sistemas antioxidantes con incremento en la acumulación de radicales, promueve daño celular que lleva a un pro-

ceso patológico que incluye desarrollo de aterosclerosis (Gosmanova 2011), además de daño a proteínas, ácidos grasos y daño al material genético, ya que son la principal causa de mutaciones endógenas somáticas (Wu 2009; Ames 1993). Estos fenómenos son extremadamente frecuentes en patologías degenerativas y/o procesos inflamatorios; entonces el estrés oxidativo es reconocido como un factor crítico en el desarrollo de enfermedad cardiovascular aterosclerótica (Carrillo-Calvillo 2004). Por otro lado, una de las pruebas para evaluar el daño al ADN es el ensayo de micronúcleos (MN) y anomalías nucleares (AN), el cual consiste en analizar al microscopio células de mucosa bucal e identificar la frecuencia de MN (fragmentos o cromosomas completos que quedan fuera del núcleo a la hora de la mitosis) y AN (Tolber 1991). En este sentido, existen estudios en los que se ha detectado correlación significativa entre altas frecuencias de CMN en la diabetes tipo 2, así como con la ocurrencia y la severidad de la enfermedad arterial coronaria; se señala, sin embargo, que es necesario realizar trabajos específicos con el fin de comparar las frecuencias de MN, así como para definir mejor si MN es un marcador biológico o un mediador de las enfermedades cardiome-

tabólicas (Andreassi 2011). Por lo mencionado previamente, se plantea la pregunta: ¿Los pacientes con enfermedad cardiovascular presentan daño genotóxico?

## Materiales y métodos

Se tomaron 64 muestras, de las cuales 25 cumplieron con los criterios establecidos. Con las 25 muestras se formaron 2 grupos: Grupo 1- Control) 16 personas sin enfermedades diagnosticadas, ni toxicomanías y con un IMC normal; Grupo 2- Pacientes-CV) 9 pacientes con alguna enfermedad cardiovascular, pacientes diagnosticados por un cardiólogo. A todos los participantes se les explicó el objetivo del proyecto, se les informó que es un proyecto de riesgo mínimo, se les aplicó un cuestionario para evaluar estado de salud, hábitos, estilos de vida y firmaron el consentimiento informado. Para la toma de muestras se realizó un raspado en mucosa bucal de ambas mejillas, se fijaron en etanol al 80% por 48 h y se tiñeron con colorante anaranjado de acridina para su observación al microscopio de fluorescencia Carl Zeiss® (100x). Se cuantificaron 2000 células por muestra, y se identificaron las células micronucleadas (CMN), binucleadas (CBN), picnócis (PN), cariólisis (CL), cariorrexis (CR), cromatina condensada (CC) y núcleos lobulados (NL). Las pruebas estadísticas se realizaron con el programa SPS y se aplicó la prueba de U de Mann Whitney.

Se cuantificaron 2000 células por muestra, y se identificaron las células micronucleadas (CMN), binucleadas (CBN), picnócis (PN), cariólisis (CL), cariorrexis (CR), cromatina condensada (CC) y núcleos lobulados (NL). Las pruebas estadísticas se realizaron con el programa SPS y se aplicó la prueba de U de Mann Whitney.

## Resultados

En el cuadro 1 se describen los pacientes según la enfermedad diagnosticada y la frecuencia de CMN y AN. El paciente con diagnóstico de hipertensión arterial sistémica y enfermedad plurivalvular (HAS, EP) fue quien presentó alta frecuencia de CMN, CR y AT y el paciente con hipertensión arterial sistémica e infarto agudo al miocardio, con alta frecuencia de AN. Como se puede observar en el cuadro 2, el grupo de pacientes con ECV presentaron mayor frecuencia de células en CL, y de AN ( $p < 0.05$ ), si bien en cuanto a la frecuencia de CMN no se observó diferencia estadísticamente significativa.

**Cuadro 1.** Frecuencia de micronúcleos y anomalías totales en pacientes con enfermedad cardiovascular.

ID	Diagnóstico	CMN	PN	BN	NL	CR	CL	CC	AT
1	HAS, EP	3	2	3	2	8	12	3	33
2	HAS, IAM	0	2	2	8	0	15	1	28
3	IAM	0	0	2	14	2	2	6	26
4	HAS	1	2	3	2	2	8	2	20
5	HAS, IAM	0	0	0	14	0	6	0	20
6	HAS, IAM	2	0	1	4	0	9	0	16
7	IAM	0	1	1	4	0	9	0	15
8	HAS, IAM	0	0	1	3	0	9	1	14
9	HAS, IM, UG	1	0	0	1	0	2	0	4
<b>Media</b>		0.8	0.8	1.4	5.8	1.3	8.0	1.4	19.6
<b>DS</b>		± 1.1	± 1.0	± 1.1	± 5.1	± 2.6	± 4.2	± 2.0	± 8.7

Resultados expresados en 2,000 células. DS - desviación estándar, HAS - Hipertensión arterial sistémica, IAM - Infarto agudo al miocardio, EP - Enfermedad plurivalvular, IM - Insuficiencia mitral, UG - Úlcera gástrica, CMN - Células micronucleadas, CBN - binucleadas, PN - picnócis, CL - cariólisis, CR - cariorrexis, CC - cromatina condensada y NL - núcleos lobulados, AT - Suma de todas las anomalías nucleares excepto MN.

**Cuadro 2.** Frecuencia de micronúcleos y anomalías totales en controles y en pacientes con enfermedad cardiovascular.

	n	CMN	PN	BN	NL	CR	CL	CC	AT
<b>Controles *</b>	16	1.1	0.5	0.9	3.7	0.5	2.7	0.7	9.2
		±	±	±	±	±	±	±	±
		1.2	1.0	1.4	4.7	1.1	3.4	1.8	7.6
							★		★
<b>Enfermedades cardiovasculares ▲</b>	11	0.8	0.8	1.4	5.8	1.3	8.0	1.4	19.6
		±	±	±	±	±	±	±	±
		1.1	1.0	1.1	5.1	2.6	4.2	2.0	8.7

Resultados expresados en 2,000 células, n = Tamaño de la muestra, \*Controles = Pacientes con IMC < 25, ▲Enfermedades cardiovasculares (Hipertensión arterial sistémica, IAM - Infarto agudo al miocardio, EP - Enfermedad plurivalvular, IM - Insuficiencia mitral), CMN - Células micronucleadas, CBN - binucleadas, PN - picnosis, CL - cariólisis, CR - cariorrexis, CC - cromatina condensada y NL - núcleos lobulados, AT - Suma de todas las anomalías nucleares excepto MN. Significativo  $p < 0.05$  (★).

## Discusión

A nivel mundial las enfermedades cardiovasculares son la principal causa de muerte, de ahí el interés de investigar todo lo relacionado con sus efectos genotóxicos, ya que éstos podrían ser uno de los factores que estén determinando a corto plazo todos los problemas degenerativos que estas enfermedades conllevan, y a largo plazo la muerte. Por otro lado, no está claro si los efectos genotóxicos son la causa o la consecuencia, y no se conoce en nuestra población el comportamiento de la frecuencia de CMN y AN en este grupo de patologías, por lo tanto este trabajo pretende contribuir en descifrar estos planteamientos (Andreassi 2011). Llama la atención que en el presente trabajo no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la frecuencia de CMN al comparar el grupo control con el grupo de ECV, si bien sí hay diferencia en la frecuencia de CL; esto podría deberse a que el tamaño de muestra aún es muy pequeño y a la diversidad de los padecimientos. Cabe destacar que el paciente con HAS y EP es el que mayor frecuencia de CMN Y AN presentó (3 CMN); este hallazgo aporta indicios que las ECV podrían estar relacionadas con la pérdida de material genético, y sí se considera que la HAS es de las enfermeda-

des más frecuentes en México, es apremiante continuar con las investigaciones en este sentido. Con respecto a las CL, debe recordarse que son células sin núcleo y que es probable que representen una fase muy avanzada en el proceso de muerte celular; con este trabajo se aportan evidencias de que las ECV probablemente causan daño al material genético que podría ser detectado tempranamente mediante estas sencillas pruebas citogenéticas.

## Conclusiones

- La frecuencia de MN no fue estadísticamente significativa.
- Se observó incremento en las células con CL ( $p < 0.05$ ) y en AT ( $p < 0.05$ ).
- Se espera que al aumentar el número de muestras el resultado sea estadísticamente significativo en el grupo de pacientes con enfermedad cardiovascular.

## Referencias

- Ames, B.N., M.K. Shigenaga, L.S. Gold. 1993. DNA lesions, inducible DNA repair, and cell division: three key factors in mutagenesis and carcinogenesis. *Environmental Health Perspectives* **101**(5): 35-44.

- Andreassi, M.G., R. Barale, P. Iozzo. 2011. The association of micronucleus frequency with obesity, diabetes and cardiovascular disease. *Mutagenesis* **26**(1): 77-83.
- Carrillo-Calvillo J., I.R. Bear-Sandoval. 2004. Biomarcadores, inflamación, estrés oxidativo, lípidos y aterotrombosis Atherosclerosis: Un proceso inflamatorio. *Archivos de Cardiología de México* **74**(2): S379-S384.
- Gosmanova, E.O., L. Ngoc-Anh. 2011. Cardiovascular Complications in CKD Patients: Role of Oxidative Stress. *Cardiology Research and Practice* **1**: 1-8.
- Secretaria de Salud. 2008. *Programa de acción específico 2007-2012 Riesgo cardiovascular*. Secretaria de Salud, Distrito Federal, México. 76 pp. [ISBN: 978-607-460-041-4]
- Tolbert, P.E., C.M. Shy, J.W. Allen. 1991. Micronuclei and other nuclear anomalies in buccal smears: A field test in snuff users. *American Journal of Epidemiology* **134**(8): 840-850.
- Wu, B., K. Fukuo, K. Suzuki. 2009. Relationships of systemic oxidative stress to body fat distribution, adipokines and inflammatory markers in healthy middle-aged women. *Endocrine Journal* **56**(6):773-782.

# Relación de daño genotóxico, citotóxico y potencial teratogénico de diferentes dosis de Toxina botulínica tipo A, en eritrocitos de sangre periférica de dos modelos *in vivo* Citar

María Luisa Ramos Ibarra<sup>1</sup>✉, Hermes Monge Miranda<sup>2</sup>, Rodrigo Juárez Romero<sup>2</sup>, José Luis Zavala Aguirre<sup>3</sup>, Olivia Torres Bugarín<sup>3</sup> y Ervin Saúl Enciso López<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Depto. Salud Pública, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Camino Ing. Ramón Padilla Sánchez No. 2100, La Venta del Astillero, 45221, Zapopan, Jalisco, México.

<sup>2</sup>IMSS. <sup>3</sup>Universidad Autónoma de Guadalajara. <sup>4</sup>Universidad Autónoma de Nayarit.

✉ [maluisaramos@hotmail.com](mailto:maluisaramos@hotmail.com)

## Introducción

La toxina botulínica (TB) es una neurotoxina de origen proteico producida por *Clostridium botulinum*, que actúa bloqueando la liberación presináptica de la acetilcolina, provocando atrofia muscular y parálisis flácida y es la causante del botulismo. En 1949 con los estudios de *Burgen*, se descubrió su mecanismo de acción al bloquear la conducción neuromuscular e inducir parálisis flácida (Huang *et al.*, 2000). Por esta razón, en 1973, Scott la utilizó para uso experimental en primates para tratar el estrabismo y fue hasta 1980 cuando se inició su uso oficial para el manejo en humanos (Humeau *et al.*, 2000). Nueve años más tarde en 1989, la TB fue aprobada por la FDA (*Food and Drug Administration*) en Estados Unidos de América, para su uso en el tratamiento del estrabismo blefaroespasma y espasmo hemifacial como manejo coadyuvante de la parálisis facial (Matarasso, 2004). Y en el año 2002, se aprobó su uso para su manejo estético de las arrugas faciales con la finalidad de mejorar temporalmente la apariencia de las líneas de expresión facial de la región glabellar y en la hiperhidrosis axilar (Binz, 2000; Carruthers y Carruthers, 2007; Erbguth, 2008).

Actualmente, existen diversas marcas de toxina botulínica tipo A (TBA), que difieren en su estructura molecular y se utilizan en la clínica para tratar diversos padecimientos. Dysport® es el nombre de la presentación comercial de TBA y está aprobado para uso cosmético en varios países. En la actualidad, no hay estudios sobre posibles efectos micronucleogénicos ([MN]: pérdida de fragmentos o cromosomas completos en la mitosis celular) (Schmid 1975) o de potencial teratogénico, con las dosis utilizada para tratamientos estéticos (125 U); ya que se argumenta que con base a su estructura química y modo de acción, no hay razón para sospechar de daño mutagénico, citotóxico o potencial teratogénico.

## Objetivo

Valorar el efecto genotóxico, citotóxico y potencial teratogénico de la TBA Dysport® (TBAD) mediante prueba de micronúcleos en dos modelos animales.

## Material y métodos

Se formaron 2 grupos con ratones: Grupo 1: se aplicó una inyección de Solución Salina (S.S); Grupo 2: se aplicó una inyección

de dosis proporcional a humanos de TBAD multiplicada por 10. (Klaassen y Watkins, 2000). Se tomaron muestras de sangre. Para evaluar el potencial/teratógeno, se formaron tres grupos con ratas gestantes, que fueron las unidades de tratamiento. Grupos 3, 4 y 5: se les aplicó una inyección de S.S; ciclofosfamida y TBAD multiplicada por 10, respectivamente. Al nacer las crías se eligieron 5 animales según correspondiera al tratamiento de la rata madre y se les tomó muestra de sangre. Tanto con las muestras de ratón como de rata, se realizaron los respectivos frotis, se procesaron para su análisis con microscopia de fluorescencia; se analizaron los eritrocitos micronucleados (EMN), eritrocitos policromáticos micronucleados (EPCMN) para evaluar genotoxicidad, así como potencial teratógeno y la proporción de eritrocitos policromáticos (EPC) para determinar citotoxicidad.

## Resultados

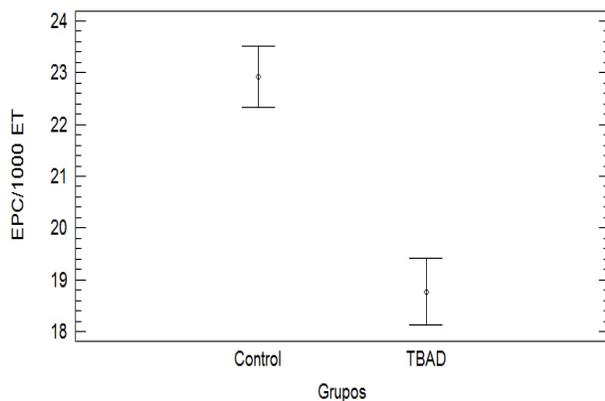
Se encontró efecto citotóxico en los ratones expuestos a TBAD al observarse disminución en los valores de EPC (Gráfica 1). Mientras los valores de EMN en los grupos

de ratones como de las ratas recién nacidas expuestas a toxina y a ciclofosfamida incrementaron (Gráfica 2). Sólo que en el caso de los EPCMN del grupo experimental de los ratones estos valores disminuyeron por el efecto citotóxico de la TBAD (Gráfica 3) mientras que en las ratas neonatas sucedió el efecto contrario (Gráficas 4 y 5).

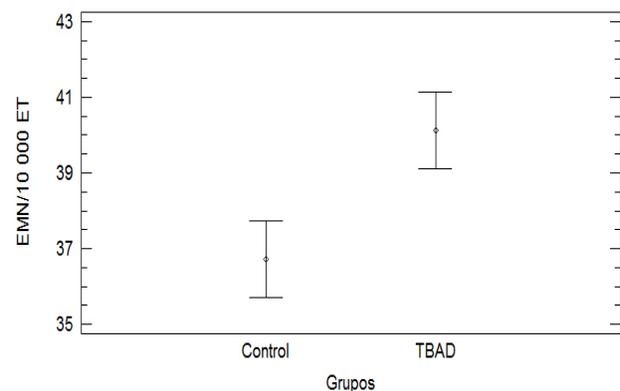
## Discusión

Para la evaluación de la genotoxicidad se determinaron los valores de los EMN y EPCMN. La sola presencia de éstos a nivel del citoplasma indica pérdida de material genético como un daño mitótico que se traduce en un proceso mutagénico; dando como resultado una división celular defectuosa e incompleta del ADN, lo que representa un factor de riesgo más para que el organismo expuesto a tal daño incremente las posibilidades de desarrollar a corto o largo plazo alguna enfermedad neoplásica y/o crónico-degenerativa (Ramos Ibarra, 2009).

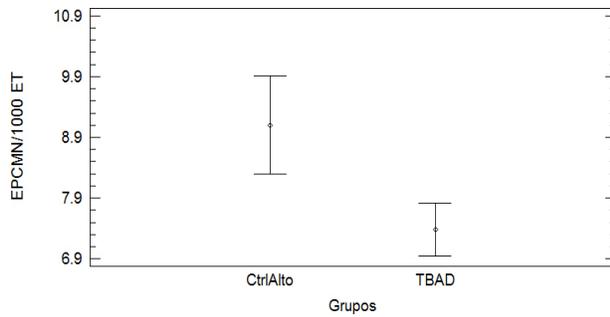
Se encontró efecto genotóxico al observar valores incrementados estadísticamente



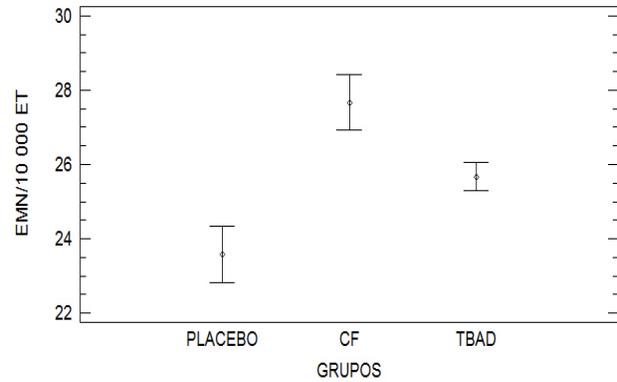
**Gráfica 1.** Promedio  $\pm$  error estándar de eritrocitos policromáticos (EPC) en 1,000 eritrocitos totales (ET) en ratones. La comparación se realizó entre el grupo control (placebo) vs grupo experimental toxina botulínica tipo A Dysport®. (TBAD).



**Gráfica 2.** Promedio  $\pm$  error estándar de eritrocitos micronucleados (EMN) en 10,000 eritrocitos totales (ET) en ratones. La comparación se realizó con el grupo control (placebo) vs grupo experimental de toxina botulínica tipo A Dysport® (TBAD).



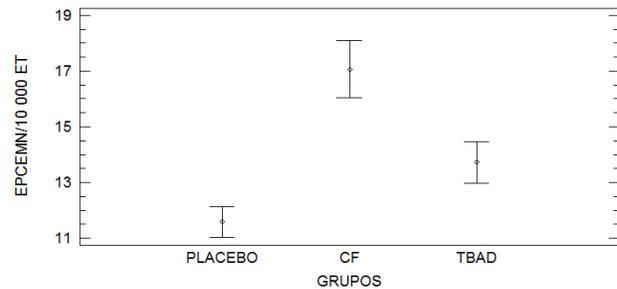
**Gráfica 3.** Promedio  $\pm$  error estándar de eritrocitos policromáticos micronucleados (EPCMN) en 1,000 eritrocitos policromáticos (EPC) en ratones. La comparación se realizó en el grupo control (placebo) con valores altos vs grupo experimental de toxina botulínica tipo A Dysport® (TBAD).



**Gráfica 4.** Promedio  $\pm$  error estándar de eritrocitos micronucleados (EMN) en 10,000 eritrocitos totales (ET) en neonatos de rata. El grupo placebo recibió solución fisiológica, mientras que el grupo CF ciclofosfamida y el grupo de TBAD, toxina botulínica tipo A Dysport®.

te de EMN (Gráfica 2) pesar de que hubo un efecto citotóxico ocasionado por la TBAD (gráfica 1). Estos hallazgos también se encontraron previamente en trabajos realizados con dosis de 50 U de toxina botulínica tipo A Botox® (TBAB) por nuestro grupo de trabajo. Por lo que los resultados encontrados en este estudio corroboran nuevamente lo que describimos anteriormente con TBAB; respecto a que la toxina tiene una distribución sistémica aún a dosis terapéuticas, ocasionando mielod depresión en ratones y que no solo se limita a tener un efecto local en las terminaciones nerviosas del musculo donde se aplica. Sin embargo, es importante aclarar que la genotoxicidad, con TBAB se observó por el incremento sólo en los valores de EPCMN y no por el incremento de EMN (Ramos-Ibarra, *et al.*, 2009), como se muestra en este estudio; lo que sugiere que a pesar de que estructural y molecularmente ambas toxinas son diferentes, comparten el efecto genotóxico. Pero que en apariencia, el daño con Botox®, es más agudo a diferencia de Dysport®; que presenta más bien un efecto acumulativo o subagudo.

Con respecto al potencial teratogénico, los resultados encontrados en las ratas neo-



**Gráfica 5.** Promedio  $\pm$  error estándar de eritrocitos policromáticos micronucleados (EPCMN) en 1,000 eritrocitos policromáticos (EPC) en neonatos de rata. El grupo placebo recibió solución fisiológica, mientras que el grupo CF ciclofosfamida y el grupo de TBAD, toxina botulínica tipo A Dysport®.

natas fueron muy interesantes y cabe destacar que las ratas expuestas a la TBAD, sí evidenciaron daño genotóxico al presentar incremento de EMN y EPCMN como se observa en las gráficas 4 y 5; corroborándose con ello el potencial teratogénico del fármaco, a pesar de que la etapa de la organogénesis ya había transcurrido. Sin embargo, es importante tener presente que aunque no hubo efectos de malformación en las crías, el daño a nivel genético, está presente. Por lo tanto, y por las evidencias encontradas en este estudio, se recomienda que no se abuse del uso de la TBA y por razones ob-

vias, se evite aplicarla (para fines estéticos o no) durante la gestación.

## Conclusiones

Se concluye que las dosis administradas de TBAD sí producen efecto genotóxico, citotóxico y potencial teratogénico en ambos modelos.

## Bibliografía

Erbguth FJ. 2008. From poison to remedy: The chequered history of botulinum toxin. *J. of Neural Transm.* 115: 559-565.

Binz Li L, T Niemann. 2000. Probing the mechanistic role of glutamate residue in the Zinc-binding motif of type A botulinum neurotoxin ligth chai. *Biochemistry.* 39:2399-2405.

Carruthers J, Carruthers A. 2007. The evolution of botulinum neurotoxin type A for cosmetic applications. *J Cosmet Laser Ther.* 9: 186–193.

Schmid W. 1975. The micronucleus test. *Mutat Res.* 31: 9-15.

Klaassen CD, Watkins III JB. 2001. Casarett & Doull, *Manual de Toxicología Ed. McGrawHill Interamericana.* 5<sup>ta</sup> ed. México, D.F. 809-856.

Ramos-Ibarra María Luisa, Ku León Adolfo Rafael, Fernández Muñiz Eduardo, Castañeda Reichrt Carlos Eduardo Mario. Evaluación genotóxica y citotóxica de de toxina botulínica tipo A, mediante la prueba de micronúcleos en ratón 2009. XIX. Semana de Investigación de la Investigación. En: Servando Carvajal, *Avances de Investigación Científica en CUCBA.*

# Impactación cecal en los equinos Citar

Rubén Anguiano Estrella  y Claudia Nayeli Anguiano Sevilla

Av. José Guadalupe Gallo #150 Col. Agua Blanca Zapopan, Jalisco. Tel 36840629 cel 044 3336677803.

✉ [anguianoestrellaruben@gmail.com](mailto:anguianoestrellaruben@gmail.com)

## Introducción

La Impactación Cecal es la patología más común de este órgano presentándose dos tipos, uno caracterizado por ingesta dura deshidratada y otro con ingesta normal vinculado a fallas en la evacuación cecal.

La Impactación Cecal del primer tipo se asocia a ingestión de alimentos ásperos, imbalance orodental, trastornos metabólicos por ejercicio abusivo y factores de riesgo como hospitalización, parto, anestesia general y tratamiento prolongado con antiinflamatorios. La Impactación Cecal ocurre más frecuentemente en caballos adultos entre 8 y 11 años aunque se ha reportado en potros, afectando appaloosas, árabes y otras razas.

## Material y metodos

Se realizó estudio retrospectivo de casos clínicos de Impactación Cecal presentados durante 3 años en caballos estabulados investigando su historial y exploración clínica, palpación rectal, perfil signológico, carga parasitaria, hallazgos quirúrgicos en casos intervenidos y patologías concomitantes. Su investigación consideró la edad, razas, sexo, función zootécnica, alimentación y factores de riesgo; se valoró que tipo de Impactación clínica presentaron los equinos afectados la impactación simple o el síndrome disfuncional con falla evacua-

toria con ingesta normal. Se valoró también el resultado del tratamiento.

## Resultados

Los casos clínicos investigados revelan que la Impactación Cecal esta fundamentalmente vinculada a dietas ásperas, balance orodental precario, abuso en el trabajo y algunos casos se vincularon a hospitalización y tratamientos prolongados con antiinflamatorios no esteroidales. La totalidad de los caballos, presentaron impactación simple del órgano y la patología concomitante más común fue la timpanización del mismo así como impatación colonica derivada de crisis metabólicas y los forrajes ásperos anteriormente mencionados.

La Impactación Cecal afectó solo caballos adultos de diferentes razas. El perfil signológico que caracterizó los casos estudiados fue de crisis abdominal leve intermitente sensible a los analgésicos y deterioro sistémico moderado.

El tratamiento médico quirúrgico mostró efectividad en el 80% de los pacientes.

## Discusión

La Impactación Cecal es la condición patológica más común del ciego y representa el 40-55% de las patologías de este órgano, el 5% de las impactaciones intestinales y

el 2% de todos los casos referidos de cólico (Boles C, 1975. White N 1984 ) (Figura 1-2).

La Impactación Cecal en los Equinos en la totalidad de los casos se vinculó a sobrealimentación con forrajes con elevado contenido de fibra como rastrojo de maíz, pata de sorgo, pasto rodhes y paja de avena que son alimentos comunes en nuestro medio. La Impactación Cecal simple con ingesta deshidratada caracterizó la totalidad de los casos ya que no se encontró ningún caso vinculado a síndrome disfuncional cecal que tiene origen idiopático o disautonomía en el plexo mesentérico de la base cecal (White NA, 1990).

La Impactación Cecal solo afectó caballos adultos entre 8-11 años lo que es coincidente con otros reportes (White NA, 1990. Collatos C, Romano S, 1993. Ross MW, 1999) y no hubo predilección racial o de género.

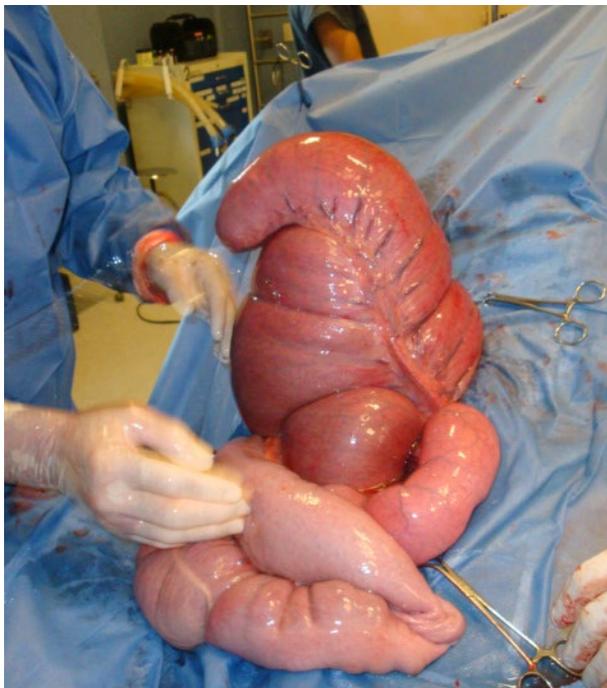
Los caballos afectados fueron en su mayoría de paseo y yeguas de cría de razas es-

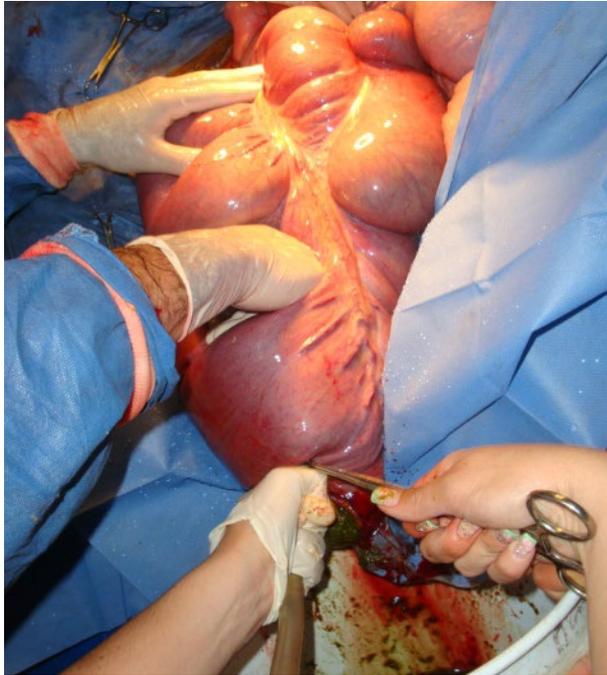
pañolas, aztecas, frisonas, cuarto de milla y criollas.

En los caballos de paseo afectados en el 50% existió abuso concomitante por trabajo excesivo con deterioro metabólico y signos sistémicos alterados.

El perfil clínico característico presentado por los equinos fue de cólico leve intermitente con peristalsis audible, depresión moderada y frecuencia respiratoria incrementada ligeramente. Las crisis de cólico respondieron a los analgésicos tradicionales como meglumine de flunixin a dosis usuales (1.1mg/kg).

El diagnóstico se fundamentó por el historial clínico, la respuesta analgésica y la palpación rectal al identificar la masa cecal impactante en la fosa paralumbar derecha. El ciego se identificó palpando la banda cecal ventral tensa, la grasa y vasos sanguíneos sobre la banda cecal media como recomiendan otros autores (White NA, 1990. Collatos C, Romano S, 1993. Ross MW, 1999).





Los casos tratados requirieron un intenso aporte de fluidos y electrolitos por vía oral y sistémica, aceite mineral, Dioctil sulfosuccinato sódico, sulfato de magnesio y restricción del alimento. Los caballos que no respondieron en 36 a 48 horas. Fueron intervenidos para evitar el deterioro sistémico o la frecuente ruptura del ciego que es reportada como riesgo importante (Campbell ML, Colahan PC, 1984) (Figura 3).

### Conclusiones

- La Impactación Cecal en los equinos afectados estuvo vinculada a forrajes ásperos tradicionales como rastrojo de maíz, pata de sorgo, heno de avena y pasto rodhes.
- Los factores de riesgo vinculados a la Impactación Cecal fueron el trabajo abusivo, la falta de ejercicio progresivo y el deficiente balance orodental.

- La totalidad de los caballos afectados sufrió Impactación alimentaria con ingesta deshidratada y ninguna se vinculó con el síndrome de disfunción cecal.
- La timpanización cecal y la impactación colonica se presentaron como patologías concomitantes
- La mayoría de los caballos fueron sometidos a tratamiento quirúrgico por el elevado riesgo de ruptura cecal.

### Referencias

- Boles C: Surgical techniques in equine colic. *J S Afr Vet Assoc* 46:115, 1975.
- Dart A, Hodson D, Snyder J: Caecal disease in equids. *Australian Veterinary Journal* 75:552, 1997.
- Tennant B, Wheat J, Meagher D: Observations on the causes and incidence of acute intestinal obstruction in the horse. *Proceedings of the American Association Equine Practitioners* 19:251, 1972.
- White N: Diseases of the Cecum. p. 369. In White NA (ed): *The Equine Acute Abdomen*. Lea & Febiger, Baltimore, 1984.
- White NA. Diseases of the cecum, in *Equine Acute Abdomen*. White NA (ed). Lea & Febiger: Philadelphia, 1990, pp. 369-374.
- Collatos C, Romano S. Cecal impaction in horses: Causes, diagnosis, and medical treatment. *Comparative Continuing Education* 15(7): 976-982, 1993.
- Dart AJ, Hodgson DR, Snyder JR. Caecal disease in equids. *Australian Veterinary Journal* 75(8): 552-557, 1997.
- Ross MW. Diseases of the cecum. In *Equine Medicine and Surgery*. Colahan PC, Mayhew IG, Merritt AM, Moore JN (eds). St. Louis: Mosby-Year-Book, 1999, pp. 735-740.18.
- Roberts CT, Slone DE. Caecal impactions managed surgically by typhlotomy in 10 cases (1988-1998). *Equine Veterinary Journal Supplement* (32): 74-76, 2000.
- Campbell ML, Colahan PC, et al. Cecal impaction in the horse. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 184(8): 950-952, 1984.

# Contribución al tratamiento médico-quirúrgico de la dermatitis verrucosa crónica de la cuartilla en los equinos Citar

Rubén Anguiano Estrella , José Anguiano Estrella y Nancy Geovana Berumen Arellano

Av. José Guadalupe Gallo #150 Col. Agua Blanca, Zapopan, Jalisco. Tel 36840629 Cel: 044 33 36677803.

✉ [anguianoestrellaruben@gmail.com](mailto:anguianoestrellaruben@gmail.com)

## Introducción

La dermatitis verrucosa de los equinos es una enfermedad cutánea inflamatoria granulomatosa crónica que afecta la porción distal de las extremidades. Tiene carácter exudativo proliferativo con hiperqueratosis, papilomatosis, formando lesiones con apariencia de coliflor. La dermatitis verrucosa es un problema común y frustrante en los equinos y se le conoce también como Dermatitis de la cuartilla, Talón grasoso, Fiebre del lodo, Pododermatitis Verrucosa, Uvas, Talones rajados y ocurre en caballos adultos sin predilección sexual y es más común en caballos con cernejas emplumadas como Frisones, Percherones, Gypsy Vanner, Clydesdale y otras razas importadas de tiro en los años recientes por lo que es una patología novedosa en México y afecta más comúnmente extremidades distales de color blanco.

La dermatitis verrucosa involucra la cara palmar de las cuartillas y porción caudal de los talones afectando más comúnmente los miembros posteriores en forma bilateral y simétrica aunque puede afectar un solo miembro o los cuatro iniciándose la lesión primaria con eritema, edema que luego produce humedad y exudado pegajoso que aglutina el pelo generando posteriormente una piel costrosa, alopecica, erosionada que genera prurito, dolor, exudado y descargas supurativas muy malolientes vinculadas a contaminación bacteriana involucrándose

factores predisponentes como pénfigo foliáceo, sarna, rozaduras, traumas, agostaderos con pastos espinosos, corrales lodosos y establos con sanidad precaria. La lesión es dolorosa, claudicogena y debido a la flexión constante en el área se desarrollan fisuras que dificultan la cicatrización.

El diagnóstico definitivo requiere historial clínico completo, cultivos bacterianos y micóticos, biopsias para histopatología y pruebas de funcionamiento hepático.

## Materiales y métodos

10 Equinos afectados con Dermatitis Verrucosa crónica se precisó el diagnóstico por medio del historial clínico, el estudio minucioso de las lesiones y los signos clínicos realizando examen microscópico del exudado, cultivos bacterianos y exámenes histopatológicos y en algunos casos perfil hepático.

Todos los caballos fueron tratados en condiciones de hospitalización. Las condiciones de alojamiento y de higiene ambiental se optimizaron con caballerizas amplias con camas de viruta limpias, nuevas, sin humedad y aseo frecuente de la cama.

El pelo de la región palmar fue rasurado desde el menudillo hasta la cuartilla.

Se estableció práctica de higiene estricta en el área afectada evitando soluciones irritantes, utilizando Clorhexidina al 2% mezclada con detergentes para remover costras y exudados cada 24 horas durante 5 días, las lesiones se secaban estrictamente y aplicando pomada de Clorhexidina y/o pomada Iodoformada colocando apósitos y vendajes bien acolchonados.

Se aplicaron antibióticos: Penicilina procainica, Gentamicina en las dosis apropiadas (10,000 UI/Kg y 6.6 mg/kg respectivamente) durante 5 días. Triamcinolona 0,2mg/kg y/o Prednisolona 1mg/kg fueron aplicadas sistémicamente durante el tiempo necesario.

Las lesiones verrucosas crónicas se extirparon bajo anestesia general al 5º día de hospitalización y las granulomatosis reincidentes fueron extirpadas en dos o tres ocasiones.

Los apósitos con pomadas de antibióticos y fluorocorticoides bajo vendajes de compresión se aplicaban y cambiaban cada 24 horas y conforme las lesiones iban sanando las curaciones se espaciaban de cada 48 a cada 72 horas y a cada semana.

Conforme la mejoría de las lesiones fue evidente no se aplicaban los vendajes para ventilar las heridas y se iniciaba un programa de ejercicio con paseo de mano durante 20 minutos 2 veces al día.

Todos los caballos tratados fueron desparasitados, se les realizó balance orodental y recibieron una dieta de granos y forrajes óptimos de calidad que sinergizaron el tratamiento médico quirúrgico.

## Resultados

El tratamiento médico quirúrgico aplicado en los equinos afectados resulto exitoso en la totalidad de los caballos afectados con Dermatitis Verrucosa de la cuartilla requiriendo terapia y estancia hospitalaria de 60 a 120 días. Las respuestas al tratamiento y las variaciones en el tiempo de curación estuvieron vinculadas a la cronicidad y magnitud de las lesiones y otros factores.

## Discusión

La Dermatitis Verrucosa es una patología novedosa no vista tan frecuentemente en nuestras razas tradicionales como se observa en las razas europeas con cernejas pobladas (Figura 1) y se hizo más frecuente en nuestro país con la globalización que estimulo la importación de caballos de razas exóticas con cuartillas de cernejas muy pobladas (Ferraro GL, 2001).

La Dermatitis Verrucosa ha sido definida como una patología cutánea frustrante en relación a la respuesta al tratamiento con recaídas frecuentes pero la terapia exitosa queda demostrada en la totalidad de los caballos afectados con Dermatitis Verrucosa la cual debe tratarse integralmente



Figura 1. Caballo con cerneja abundante.



**Figura 2.** Caracterización clínica.

ya que es una patología cutánea compleja en la que se involucra una etiopatogénesis multifactorial vinculada a procesos autoinmunes que generan una vasculitis severa y una reacción proliferativa granulomatosa, hiperplásica, hiperqueratosa y con liquenificación que produce la apariencia poliposa que simula racimo de uvas de color púrpuro (Rees CA, 2004. Yu A, 2003)(Figura 2).

El Síndrome Cutáneo Verrucoso de la cuartilla se complica porque se involucran otros factores siempre asociados como la negligencia de los propietarios, entrenadores o veterinarios que no reconocen el problema tempranamente o no le dan la importancia necesaria porque inicialmente no hay reacción sistémica, claudicación u olor nauseabundo, por eso todos los caballos enfermos son presentados al hospital con elevada cronicidad. Al tratamiento inapropiado se asocian también un alojamiento e higiene precarios.

La restricción más importante en el tratamiento de esta enfermedad es de tipo financiero ya que la prolongada hospitalización, las intervenciones quirúrgicas repetidas, la estricta atención médica y su manejo integral sin pasar por alto su alimentación



**Figura 3.** Tx quirúrgico.

óptima imposibilitan e injustifican el tratamiento(Figura 3).

Por otro lado es importante considerar en el diagnóstico diferencial otras patologías como Foliculitis bacteriana (Furunculosis) Dermatofitosis, Sarna sarcoptica, Trombiculiasis, Trauma, Vasculitis, Pénfigo foliáceo, Linfodema crónico progresivo, encontrando finalmente algunos casos en los que la etiología es indeterminante que la Dermatitis Verrucosa puede considerarse idiopática pero es importante considerar el perfil hepático y renal para eliminar la posibilidad de enfermedad sistémica (Figura 4).



**Figura 4.** Aspecto general.

## Conclusiones

La Dermatitis Verrucosa es una enfermedad exitosamente tratable en condiciones estrictas de hospitalización y bajo manejo médico quirúrgico escrupuloso.

El tratamiento y hospitalización prolongada la convierte en una enfermedad de costo elevado.

La Dermatitis Verrucosa es una patología introducida recientemente por la globalización que requiere conocerse y tratarse adecuadamente para que pierda su condición frustrante.

## Referencias bibliograficas

- Ferraro GL. Pastern dermatitis in Shires and Clydesdales. *Journal Equine Veterinary Science* 21:524, 2001.
- Rees CA: Disorders of the skin. In Reed SM et al, editor: *Equine internal medicine II*, St. Louis, 2004, Saunders Elsevier, p 667.
- Scott DW, Miller WH: *Equine dermatology I*, St. Louis, 2003, Saunders Elsevier p 687-689.
- Scott Danny W, Miller Jr. William H, *Equine Dermatology*, 2 Edition, Elsevier Saunders, Missouri 2011, p 460-461.
- Yu A: Pastern dermatitis. In Robinson NE, editor: *Current therapy in equine medicine Veterinary*, St. Louis, 2003, Saunders Elsevier, p 201.

# Exantema coital equino. Caracterización clínica, epidemiológica y su vinculación con la importación de caballos europeos Citar

Rubén Anguiano Estrella  y Claudia Gabriela Fierro Pérez

Av. José Guadalupe Gallo #150 Col. Agua Blanca, Zapopan, Jalisco. Tel 36840629 Cel: 044 33 36677803.

✉ [anguianoestrellaruben@gmail.com](mailto:anguianoestrellaruben@gmail.com)

## Introducción

El Exantema Coital es una enfermedad muy contagiosa autolimitante causada por Herpes Virus Equino tipo 3 (EVH-3) el cual se caracteriza por el desarrollo de lesiones pustulares dolorosas en los genitales externos de garañones y yeguas con efectos debatables sobre la fertilidad.

La enfermedad es transmitida por el coito, semen, equipos de inseminación contaminados e instrumentos ginecológicos y el garañón juega un papel importante en la epidemiología de esta enfermedad.

El Exantema Coital es extremadamente raro en México y no se tiene información documentada sobre su existencia en nuestro país. El brote que en este trabajo se documenta tiene vinculación directa con la importación a Jalisco de sementales holandeses de la raza Frisona y Gypsy Vanner.

El objetivo de este trabajo reporta la aparición de un brote de Exantema Coital en un rancho del estado de Jalisco que afectó 10 ejemplares equinos describiendo su comportamiento clínico y epidemiológico.

## Material y métodos

10 equinos afectados, 2 garañones y 8 yeguas de diferentes edades entre 4 y 10 años con enfermedad venérea en un centro de

crianza de equinos ubicado en el municipio de Cuautla Jalisco. Se investigó el origen del brote a través del historial clínico y el movimiento de equinos en el rancho, se evaluaron las prácticas de manejo reproductivo, se observó el perfil signológico y la evolución del cuadro clínico en los caballos infectados y se realizaron exámenes auxiliares para precisar el diagnóstico en el que se incluyó el estudio histopatológico de lesiones.

## Resultados

El brote de esta enfermedad venérea afectante de 10 equinos inicia con un semental Frisón importado de Holanda que mostro signos clínicos de enfermedad vesicular que se caracterizó por la aparición de nódulos papulares rojizos circulares en la superficie del pene, glande y en el orificio uretral; las lesiones evolucionaron a nódulos ulcerados y costrosos en un periodo de 18 días que luego sanaron con terapia local a base de higiene y antisépticos. El semental Frisón cubrió 2 yeguas las cuales se contagiaron por lo cual no fue ya utilizado como reproductor. Otras 6 yeguas del mismo rancho fueron cubiertas por un garañón de raza Gypsy Vanner importado de Holanda. Las 6 yeguas y el garañón presentaron lesiones papulo nodulares- versículo pustulares en los días posteriores a la copulación al igual que las yeguas y el garañón anteriormente citados.

## Discusión

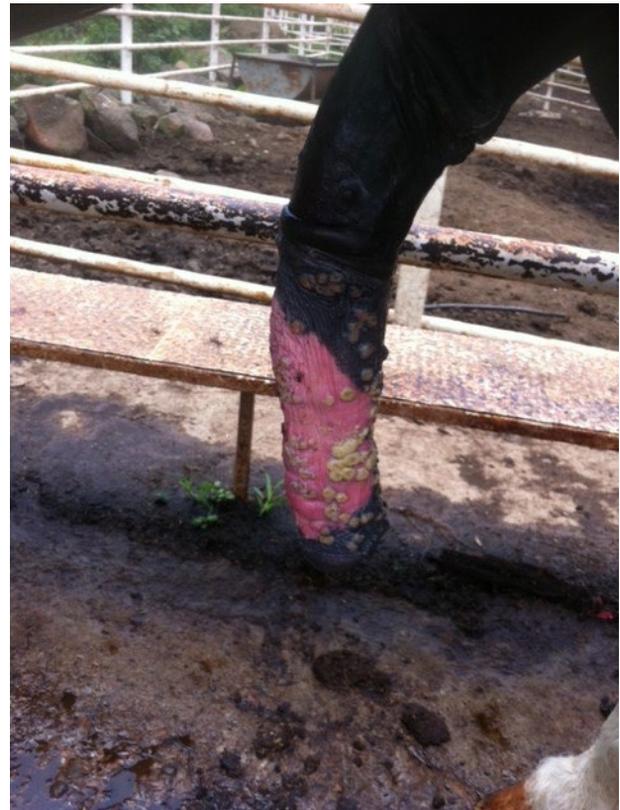
Los signos clínicos mostrados por garañones y yeguas caracterizados por lesiones papulo nodulares - versículo pustulares dolorosas localizadas en los genitales externos, predominantemente en el pene de los sementales, perineo y vulva de las yeguas evolucionaron en un periodo de 10-18 días que desaparecieron a las 3 semanas y dejaron como huella áreas despigmentadas (Figuras 1-2-3-4). Las lesiones de la enfermedad se limitaron a la parte distal del sistema reproductivo y no se observaron signos de enfermedad sistémica o inflamación severa de los genitales lo cual caracteriza una patología autolimitante. Cinco de las ocho yeguas quedaron preñadas y no se han presentado abortos, por lo que la fertilidad no se vio comprometida.

El manejo reproductivo de las yeguas en el sitio del brote era rudimentario sin ninguna práctica de higiene y las cubriciones fueron con monta natural, lo cual explica el carácter venéreo de las transmisiones y su elevado contagio ya que afecto a todos los equinos que copularon (Wood JL, Cardwell J, Castillo-Olivares J, Irwin V, 2007).

El perfil signológico de la enfermedad, el historial clínico, los exámenes diagnósticos practicados muestran la compatibilidad del cuadro clínico con Exantema Coital Equino producido por Virus del Herpes Equino tipo 3 (EHV-3) el cual es extremadamente raro en nuestro país y las yeguas que se infectaron nacieron en la región donde nunca se había observado esta enfermedad por lo que el virus fue introducido en la finca por los caballos importados de Holanda.



**Figura 1.** Caracterización yegua.



**Figura 2.** Caracterización macho.



**Figura 3.**

El diagnóstico se fundamentó en la signología clínica, lesiones clásicas, evolución del cuadro y la presencia de cuerpos de inclusión en tejidos infectados. El diagnóstico también puede confirmarse a través de aislamiento viral o pruebas moleculares PCR (Kleiboeker SB, Chapman RK, 2004) las cuales no realizamos por no tenerlas disponibles en nuestro país.

Aunque el Virus Herpético Equino tipo 3 (EHV-3) no es considerado abortigénico se han documentado abortos en yeguas en el séptimo mes de gestación (Glesson LJ, Sullivan ND, Studdert MJ, 1976).

La mejora en las prácticas reproductivas, el examen de la yegua y semental antes de la monta, la inseminación artificial y la debida inspección y cuarentena de sementales importados ayudan a prevenir el Exantema Coital Equino (Seki Y, Seimiya YM, Yaegashi G, Kumagai S, Sentsui H, Nishimori T, Ishihara R, 2004).

### Conclusiones

El diagnóstico fundamentado en el historial clínico, la signología, lesiones y evolución



**Figura 4.** Leucoderma.

del cuadro es altamente coincidente con Exantema Coital Equino.

El virus fue introducido por sementales europeos importados de Holanda de la raza Gypsy Vanner y Frisona.

Las precarias prácticas de manejo diseminaron el virus en forma explosiva por lo que esta enfermedad venérea viral altamente contagiosa ha sido introducida a la región suroeste de Jalisco.

### Referencias bibliográficas

- Glesson LJ, Sullivan ND, Studdert MJ. Equine herpesviruses type 3 as an abortigenic agent. *Australian Veterinary Journal* 1976;52:349.
- Kleiboeker SB, Chapman RK. Detection of equine herpes virus 3 in skin lesions by polymerase chain reaction. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation* 2004;16:74-9.
- Seki Y, Seimiya YM, Yaegashi G, et al. Occurrence of equine coital exanthema in pastured draft horses and isolation of equine herpesvirus 3 from pre-genital lesions. *Journal Veterinary Medicine Science* 2004; 66:1503-8.
- Sellon DC, Long TM, *Equine Infectious Diseases*, St. Louis Missouri 2007, Saunders Elsevier, pp. 101, 102.
- Wood JL, Cardwell J, Castillo-Olivares J, Irwin V. Transmission of diseases through semen. In:

Samper JC, Pycock J, McKinnon AO (eds) Current Therapy in Equine Reproduction. St. Louis:Saunders, 2007; pp. 266-74.

# Evaluación de la falectomía parcial (técnica de Williams) en el tratamiento de las patologías complicadas del pene en los equinos

Citar

Rubén Anguiano Estrella  y Alejandra Jaqueline Ochoa Yera

Av. José Guadalupe Gallo #150 Col. Agua Blanca, Zapopan, Jalisco. Tel 36840629 Cel: 044 33 36677803.

✉ [anguianoestrellaruben@gmail.com](mailto:anguianoestrellaruben@gmail.com)

## Introducción

La falectomía o amputación peneana es un procedimiento quirúrgico indicado en el tratamiento de patologías complicadas de este órgano y en la que los tratamientos médicos han sido inefectivos o en los que por la naturaleza y complicación de las patologías se pone en riesgo la vida del paciente, como la parálisis peneana, acompañada de daño irreparable del órgano, priapismo, neoplasias malignas como el carcinoma de células escamosas, Habronemiasis severa crónica, parafimosis refractaria traumática y estenosis uretral. La Falectomía parcial en los garañones está indicada para salvar al caballo para otros propósitos que no sean los reproductivos y estos deben ser castrados.

## Material y métodos

Se realizó la amputación del pene utilizando la técnica de Williams en 10 equinos afectados por patologías en las que el procedimiento quirúrgico estaba indicado, en las que se incluyeron: Carcinoma de células escamosas 4, parálisis peneana 3, habronemiasis refractaria 2, trauma peneano con parafimosis concurrente y estenosis uretral 1.

La falectomía se realizó bajo anestesia general de goteo triple o anestesia inhalada utilizando isofluorano.

Algunas falectomías fueron realizadas en condiciones hospitalarias y otras bajo condiciones de campo.

Se evaluó la accesibilidad del procedimiento quirúrgico, tratamiento, evolución, complicaciones operatorias, tiempo de recuperación y resultado final con seguimiento de los pacientes durante 1 año.

## Procedimiento quirúrgico

Se posiciona al caballo en recumbencia dorsal y una vez embrocada el área quirúrgica se cateteriza la vejiga con catéter francés calibre 28-38 o bien con sonda nasogástrica de potros.

Se coloca un torniquete isquémico en la base del pene y el órgano se posiciona en extensión sujetándolo con cinta umbilical, venda elástica, sonda plástica intravenosa o bien con suturas de sostén posicionadas en el glande.

La amputación comúnmente se realiza entre el anillo y el orificio prepucial una pieza triangular de 6 cm de largo por 3 cm de ancho en la base encarando el glande, se resecciona en la superficie ventral del pene.

Esta triangulación reduce la cantidad de piel redundante y ayuda a prevenir estrecheces uretrales como complicación postoperatoria (Walker DF, Vaughan JT, 1980). Una incisión longitudinal en la línea media central en el triángulo es continuada entre los Músculos Retractores del pene y a través del Musculo Bulboesponjoso, el Cuerpo esponjoso y la mucosa uretral para exponer el catéter. Se utilizan suturas de puntos separados de Polidioxanona de 2-0 para aproximar la mucosa uretral a la piel en los dos lados del triángulo. Estas suturas deben colocarse cercanamente unas de las otras para comprimir el cuerpo esponjoso del pene, el cual puede llegar a congestionarse durante la micción.

Después de que la mucosa uretral ha sido evertida una reserva pequeña de mucosa uretral distal se preserva para el cierre final del muñón.

La piel redundante, los vasos dorsales y el cuerpo peneano son seccionados incidiendo en transección oblicua en dirección dorso-craneal, esto creará un muñón peneano ligeramente alargado quedando la uretra espatulada, lo que ayuda al flujo de la orina en posición de pie. Las arterias y venas que rodean el muñón peneano son fácilmente identificadas aun con el torniquete puesto, cada vaso deberá ser ligado individualmente para asegurar una correcta hemostasis. Los bordes de la túnica albugínea son suturados dorsoventralmente utilizando puntos separados número 0 de Polidioxanona o Acido Poliglicólico. La primera sutura puentea el centro del muñón, las suturas subsecuentes dividen en dos mitades hasta que la túnica es adosada. La túnica es fibroelástica y aposiciona muy bien, sellando con efectividad los espacios sinusoidales del Cuerpo Cavernoso, este sello es el seguro más importante en contra de hemorragia

masiva. Cuando los vasos han sido ligados, el cuerpo cavernoso ha sido sellado, el torniquete es retirado.

La piel y el margen preservado de mucosa uretral son cortados a la medida y suturados de manera rutinaria con sutura absorbible del 2-0. Las suturas deberán colocarse espaciadas, muy cercanamente para comprimir el Cuerpo esponjoso

## Resultados

La Falectomía evaluada como recurso quirúrgico obligado en el tratamiento de patologías del Fallo u órgano copulativo como neoplasias malignas, parálisis, trauma severo, fimosis y estenosis uretral resultó un procedimiento quirúrgico accesible, efectivo sin complicaciones importantes, con una evolución exitosa que permitió que los pacientes fueran dados de alta 15 días después de la intervención quirúrgica.

## Discusión

La falectomía es un procedimiento quirúrgico que se utiliza como último recurso sobre todo en los garañones en los que el órgano copulatorio se encuentra afectado por neoplasias malignas como el Carcinoma de células escamosas, neoplasia más común en el pene de los equinos senectos, el cual invade con mucha frecuencia tejidos profundos o la uretra (Figura 1).

Los carcinomas escamosos frecuentemente están infectados y concomitantemente invadidos por larvas de Habronemas en los que puede indicarse una Falectomía en condiciones urgentes (Figura 2).



Figura 1.

La amputación del miembro se realizó en equinos afectados por parálisis peneana la cual estuvo vinculada a la aplicación de tranquilizantes derivados de las Fenotiazinas o anestesia general, así como en pacientes con trauma peneano severo por coces de las yeguas durante el servicio de monta, parafimosis refractarias y estenosis uretral.

El procedimiento quirúrgico con la técnica de Williams resultó accesible sin complicaciones técnicas y se realizó bajo condiciones de quirófano o de campo con anestesia general en recumbencia dorsal. En el procedimiento es muy importante colocar un torniquete en la base del miembro así como introducir una sonda en el conducto uretral que nos sirva de guía en la incisión vertical a través de la uretra (Figura 3).

La evolución post operatoria no tuvo complicaciones en ninguno de los pacientes, solo ligera inflamación del prepucio y hemorragias leves que acompañaban a las pulsaciones uretrales durante la micción por 2 o 3 días, y la herida se aseó todos los días aplicando antisépticos cicatrizantes. La terapia antibiótica Penicilina, Gentamicina

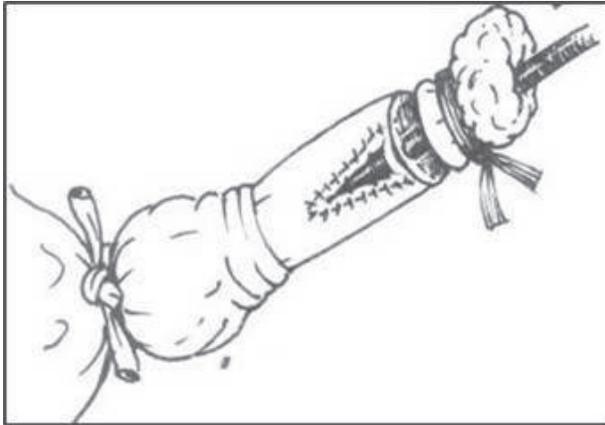


Figura 2.

así como Antiinflamatorios no esteroidales se mantuvo por 5 días y los caballos intervenidos fueron dados de alta a las 2 semanas.

Los garañones fueron castrados y aislados en alojamientos distantes de las yeguas con el objeto de evitar la estimulación sexual y evitar la erección, lo que puede generar tensión y turgencia vascular, hemorragia y dehiscencia en los tejidos eréctiles suturados.

Aunque en ninguno de los casos intervenidos se detectaron complicaciones de importancia se reportan hemorragias severas emanantes del Cuerpo esponjoso del pene que puede también causar dehiscencia tisular y formación de hematomas. Otras complicaciones reportadas en el post-operatorio inmediato incluyen dolor, infección de la herida, edema prepucial, obstrucción urinaria aguda causada por edema de la uretra (Howarth S, Lucke VM, Pearson H, 1991. Mair TS, Walmsley JP, Phillips TJ, 2000. Markel MD, Wheat JD, Jones K, 1988. Doles J, Williams JW, Yarbrough TB, 2001).



**Figura 3.**

Las complicaciones a largo plazo incluyen cistitis crónica recurrente, dermatitis irritativa inducida por orina, disuria por estenosis uretral, recurrencia neoplásica en el sitio de la amputación y metástasis neoplásicas en los ganglios linfáticos inguinales y órganos internos.

Es importante considerar que existen otros procedimientos quirúrgicos para tratar las patologías incurables del pene: Técnica de Vinsot y Técnica de Scott, pero consideramos que la técnica de Williams resulta la más práctica por lo cual fue seleccionada y evaluada en esta investigación (Figura 4).

### Conclusiones

La falectomía es un recurso obligado para salvar equinos afectados por neoplasias malignas como el Carcinoma de células escamosas, parálisis peneana, trauma severo, para fimosis refractaria y obstrucciones uretrales.

La falectomía basada en la técnica de Williams es un procedimiento técnicamente



**Figura 4.**

accesible que puede realizarse en condiciones de campo o quirófano.

Las complicaciones derivadas del procedimiento quirúrgico son mínimas y la recuperación y alta de los equinos se da en promedio a las 2 semanas.

### Referencias

- Doles J, Williams JW, Yarbrough TB: Penile amputation and sheath ablation in the horse, *Veterinary Surgical* 30:327, 2001.
- Howarth S, Lucke VM, Pearson H: Squamous cell carcinoma of the equine external genitalia: A review and assessment of penile amputation and urethrostomy as a surgical treatment. *Equine Veterinary Journal* 1991; 23 (1): 53.
- Mair TS, Walmsley JP, Phillips TJ: Surgical treatment of 45 horses affected by squamous cell carcinoma of the penis and prepuce. *Equine Veterinary Journal* 32:406, 2000.
- Markel MD, Wheat JD, Jones K: Genital neoplasms treated by en bloc resection and penile retroversion in horses: 10 cases (1997-1986). *Journal of the American Veterinary Medicine Association* 192:396, 1988.
- Walker DF, Vaughan JT: *Bovine and Equine Urogenital Surgery*. Philadelphia: Lea & Febiger, 1980, p 132.

# Síndrome atáxico cistítico teratogénico en equinos. Caracterización clínica y evolución de un brote Citar

Rubén Anguiano Estrella , Claudia Nayeli Anguiano Sevilla y José Anguiano Estrella

Av. José Guadalupe Gallo #150 Col. Agua Blanca Zapopan, Jalisco. Tel 36840629 cel 044 3336677803.

✉ [anguianoestrellaruben@gmail.com](mailto:anguianoestrellaruben@gmail.com)

## Introducción

El Síndrome Atáxico Cistítico Teratogénico fue observado por vez primera a principios de 1960 en las grandes planicies del sur de EU y desde entonces ha sido diagnosticado en caballos, ganado bovino y ovejas en Argentina, Australia y la India. El síndrome ocurre cuando los caballos pastan en potreros poblados con *Sorghum* spp y ciertos híbridos como pasto Sudan, Sudax (*Sorghum bicolor*), y pasto Jhonson (*Sorghum halepense*) y otras plantas cianogénicas.

Los sorgos pueden ser tóxicos en varios estadios de crecimiento con rangos desde jóvenes o rebrotes maduros.

El Síndrome se presenta más comúnmente en pastoreo pero afecta también a caballos estabulados alimentados con sorgos de corte fresco o henos que no han sido bien curados.

El Síndrome Atáxico Cistítico Teratogénico tiene una incidencia baja, afecta a caballos de todas las razas y edades y los signos de toxicidad pueden desarrollarse después de pastar durante un periodo variable de semanas a meses.

Los signos clínicos primarios son ataxia posterior, incontinencia urinaria y cistitis, flacidez de la cola e hipoalgesia del perineo y miembros posteriores.

## Material y métodos

Se monitorea un brote de Síndrome Atáxico Cistítico Teratogénico que afectó a un grupo de 20 equinos de varias edades y razas Españolas, Aztecas y  $\frac{1}{4}$  de Milla la mayoría yeguas de cría, algunos potros lactantes, potras añales y dos añeras que pastaban en una pradera de pasto Jhonson y rebrotes de *Sorgo* spp. La pradera era de 3 hectáreas y está ubicada en el municipio de Tlajomulco, Jalisco.

Los equinos mostraron signos neurológicos coincidentes con el Síndrome Atáxico Cistítico Teratogénico que motivó la presente investigación. Se realizaron los estudios clínicos en los que se incluyó: Historia clínica, presentación de los primeros signos clínicos desde el inicio del pastoreo, caracterización signológica y evolución del cuadro clínico, número de animales afectados (morbilidad), tiempo, grado de recuperación, secuelas, pruebas diagnósticas que se fundamentaron en el cuadro clínico y examen histopatológico, manejo y tratamiento administrado consistente en cambio de praderas, cuidados de enfermería y aplicación de Gentamicina por 5 días, % de mortalidad.

La investigación también incluyó 5 equinos afectados individualmente procedentes de diferentes lugares: 1 garañón adulto

procedente de Nayarit, 1 caballo castrado adulto de Colima, 1 yegua de 4 años procedente de Cocula Jalisco, 1 yegua adulta de Cuautla Jalisco, 1 caballo castrado adulto de La Huerta Jalisco.

## Resultados

El brote Atáxico Cistítico Teratogénico afectó en mayor o menor grado al 100% de los equinos.

Los signos clínicos se presentaron a las 2 semanas de iniciado el pastoreo, los signos de toxicidad se caracterizaron por ataxia y debilidad simétrica de los miembros pélvicos, incontinencia urinaria en el 50% de los equinos afectados, distensión y engrosamiento de la vejiga urinaria, paraparesis y recumbencia, hipoalgesia del perineo y miembros pélvicos así como parálisis flácida de la cola.

Los signos neurotóxicos fueron mejorándose poco a poco alcanzando niveles de recuperación del 90% a los 30 días. A los 90 días solo algunos ejemplares presentaron secuelas leves de incoordinación e incontinencia urinaria.

No hubo muertes, solo un ejemplar fue sacrificado con fines diagnósticos. La necropsia reveló cistitis inflamatoria hemorrágica y con orina amarillenta y residuos de mucosa.

El sistema nervioso central mostró inflamación degenerativa axonal, desmielinización e incremento de las células brillantes en los segmentos toracolumbares.

## Discusión

El síndrome Atáxico Cistítico Teratogénico es una patología de muy baja incidencia. El pasto Jhonson (*Sorghum halepense*) es considerado una plaga o hierba más que una planta forrajera ya que no permite el crecimiento de otros forrajes y su eliminación de las praderas, áreas de cultivo y caminos, es difícil por su sistema rizomatoso y muy vigoroso perenne (Figura 1).

Las sustancias neurotóxicas contenidas en los sorgos no se conocen con exactitud y se ha sugerido que la neurotoxicidad está vinculada con su elevado contenido de glucósidos cianogénicos (Ácido cianhídrico) o prúsico que al ser consumido eleva los niveles de Tiocianato en la sangre de los caballos intoxicados. Otra hipótesis sugiere que los sorgos contienen precursores Latirogenicos como la B cianoalanina que está presente en la plantas durante su rápido crecimiento (Braun U, Pusterla N, Ossent P, 1997. Dwivedi SK, Swarup, Dey S Patra RC 2001. Lassen ED, Buck WB, 1979) lo cual provoca neurotoxicidad, pero ninguno de estos mecanismos propuestos han sido probados (Bourke C, 1995. Van Kampen KR, 1970. Seawright AA, 1982. Bradley GA, Metcalf HC, Reggiardo C, 1995. Beasley V, IVIS. Cheeke PR, 1995).



Figura 1. Pasto.



**Figura 2.** Ataxia.

Se han reportado abortos en yeguas, ganado y ovejas y los productos sobre todo en las yeguas presentan artrogriposis.

La signología clínica presentada por los equinos en este brote es altamente coincidente con los reportados en otros países y en los que el historial clínico incluye el pastoreo en campos poblados de *Sorghum* spp en los que la signología clínica aparece entre las 2 y 8 semanas de pastoreo.

Es importante considerar que el sobrepastoreo, sequías, plagas de insectos o lluvia excesiva incrementan la toxicidad de los sorgos y en este brote la pradera estaba con puesta de rebrotes de pasto Jhonson y *Sorghum vulgare* en fase de crecimiento con elevada carga animal y precipitación pluvial baja ya que en el mes de Junio en el área del brote no hubo lluvia durante 20 días.

El síndrome neurotóxico afectó a caballos de todas las edades y los signos atáxicos e incontinencia urinaria aparecieron a las 2 semanas de pastoreo, lo que indica que el nivel de neurotoxinas en la planta era elevado y como factor de riesgo es este caso se consideró que los equinos estaban en muy bajos de peso por lo que el consumo de forraje fue elevado.



**Figura 3.**

Los signos atáxicos se incrementaban considerablemente con el movimiento forzado o la marcha hacia atrás y no había signos sistémicos importantes (Figura 2-3).

El diagnóstico se fundamentó en los signos típicos característicos, los estudios de necropsia e histopatológicos.

No existe tratamiento específico pero se consideran 3 elementos muy importantes en el manejo de este brote que incluyeron el cambio de los equinos a praderas de calidad y libres de sorgo, cuidados de enfermería en los que era importante levantar a los caballos paresicos, proporcionar alimento balanceado complementario y la administración de Gentamicina para el control de la infección urinaria complicante.

Los equinos se recuperan gradualmente y la mejoría fue notoria a los 30 días aunque 90 días después algunos ejemplares presentaron secuelas atáxicas e incontinencia urinaria y lo más probable es que nunca se recuperen totalmente por la degeneración y desmielinización de nervios espinales.

Aunque 2 yeguas abortaron, los productos presentaban artrogriposis (Figura 4).



**Figura 4.** Aborto.



**Figura 5.** Cistitis.

Los 4 casos clínicos afectados individualmente presentaron secuelas permanentes que incluyeron ataxia, parálisis, parálisis vesical e incontinencia, cistitis crónica sabulosa, dermatitis escaldante irritativa por escurrimiento continuo de la orina, hipoalgesia del perineo y parálisis flácida de la cola (Figura 5-6).

## Conclusiones

El brote neurotóxico Atáxico Cistítico Teratogénico estuvo vinculado al pastoreo en potreros poblados de pasto Jhonson y rebrotes de *Sorgo* spp.

La signología clínica y la morbilidad absoluta apareció tempranamente a las 2 semanas, influyendo el estadio de crecimiento de las plantas, el sobrepastoreo, la sequía y el estado físico precario de los equinos.

La recuperación de los ejemplares no se logra en un 100% y el síndrome deja secuelas en los pacientes más afectados.

El tratamiento aunque no es específico influye de manera crítica en la recuperación fundamentalmente el cambio de praderas o alimento, los cuidados de enfermería, la



**Figura 6.**

aplicación de fluidos, electrolitos y antibióticos.

El Síndrome Atáxico Cistítico Teratogénico tuvo como factores de riesgo el sobrepastoreo, la sequía, el estado físico precario de los equinos y el estadio de crecimiento de los sorgos consumidos.

## Bibliografía

- Beasley V. Toxicants that cause paresis or paralysis. [http://www.ivis.org/advances/Beasley/Cpt2h/chapter\\_frm.asp?LA=1#](http://www.ivis.org/advances/Beasley/Cpt2h/chapter_frm.asp?LA=1#)
- Bourke C. Sorghum spp. Neurotoxicity in sheep. *Australian Veterinary Journal* 1995; 72:467.
- Bradley GA, Metcalf CH, Reggiardo C, et al. Neuroaxonal degeneration in sheep grazing. *Sorghum*

- pastures. *Journal Veterinary Diagnostic Investigation* 1995;7:229-236.
- Braun U, Pusterla N and Ossent P. Lead poisoning of calves pastured in the target area of a military shooting range. *Schweiz Arch Tierheilkd* 1997; 139:403-407.
- Cheek PR. Endogenous toxins and micotoxins in forage grasses and their effects on livestock. *Journal Animal Science* 1995; 73:909\_918.
- Dwivedi SK, Swarup D, Dey S and Patra RC. Lead poisoning in cattle and buffalo near primary lead-zinc smelter in India. *Veterinary and Human Toxicology* 2001; 43: 93—94.
- Lassen ED and Buck WB. Experimental lead toxicosis in swine. *American Journal Veterinary Research* 1979; 40: 1359-1364.
- Seawright AA. Chemical and plant poison, in animals health in Australia. Australian Government Publishing Service, Canberra. 1982; 100-101.
- Van Kampen KR. Sudan grass and sorghum poisoning of horses: a possible lathyrogenic disease. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 1970; 156:629-630.

# Tratamiento de fracturas laminares (laja) del tercer hueso del carpo

Citar

Claudia Nayeli Anguiano Sevilla y Rubén Anguiano Estrella

Av. José Guadalupe Gallo #150 Col. Agua Blanca Zapopan, Jalisco. Tel 36840629 cel 044 3336677803.

✉ [anguianoestrellaruben@gmail.com](mailto:anguianoestrellaruben@gmail.com)

## Introducción

Las fracturas laminares se extienden entre dos articulaciones: La Intercarpiana y la Carpometacarpiana. Las fracturas laminares tienen numerosas configuraciones.

Las fracturas laminares más comunes se presentan en el plano frontal en la faceta radial en la cara dorsomedial del tercer hueso del carpo. Las fracturas laminares ocurren más frecuentemente en caballos de carreras en el miembro anterior derecho. Las fracturas laminares ocurren usualmente durante el ejercicio a alta velocidad. Las claudicaciones mostradas varían de leves (Grado 1) a severas (Grado 5). La efusión en la articulación intercarpiana es consistente.

Radiografías de buena calidad son requeridas para realizar una evaluación segura de la fractura. Las fracturas laminares del tercer hueso del carpo en el plano frontal han sido tratadas con reposo, extirpación quirúrgica del fragmento o por fijación interna con tornillos corticales.

## Material y métodos

Se realizan estudios retrospectivos analíticos de la incidencia, caracterización clínica y manejo clínico quirúrgico de las fracturas en laja del tercero del carpo, tanto sagitales como frontales. Se considera el resultado de los diferentes opciones de tratamiento,

tiempo de recuperación y su desempeño a regresar a sus actividades deportivas.

Se consideran la técnica artroscópica y la artrotomía tradicional en el manejo de este tipo de fracturas. Se detalla el procedimiento quirúrgico de la artrotomía y la técnica de fijación interna por medio de tornillo corticales.

## Resultados

Los resultados reportados de la fijación de las fracturas en laja revelan diferentes resultados, como lo reportado por Martin GS. et al. 1988 donde el 67.6% en Pura Sangre de carreras sometidos a cirugía volvieron a correr, estos porcentajes son muy cercanos a los reportados en el mismo año en una población de 155 caballos de carreras en donde obtuvieron porcentajes en Pura Sangre de 65% y en Standardbred 72%. Mizuno Y reporto en 1996 porcentajes arriba del 50% en caballos que volvieron a correr en un nivel igual o mayor al que corrían anteriormente.

## Discusión

La complicación de las fracturas laja dorsomediales del tercer hueso del carpo es el desarrollo de osteoartritis. Los caballos con daño severo del cartílago y sinovitis severas se benefician con la administración de ácido hialurónico y aminoglicanos polisulfata-

dos, sin ser esto la solución a la patología. Las fracturas laminares del tercer hueso del carpo en el plano frontal han sido tratadas con reposo, extirpación quirúrgica del fragmento o por fijación interna con tornillos corticales teniendo esta última altos porcentajes de éxito en menor o igual tiempo, sin desarrollar osteoartritis ni efusión en la articulación intercarpiana.

## Conclusiones

La intervención quirúrgica de osteosíntesis de fracturas en laja del tercero del carpo ha mostrado resultados satisfactorios según lo reportado por diferentes autores, tanto para volver a tener un desempeño deportivo, como proporcionarle un bienestar al paciente. Los caballos deportivos vuelven en 9 meses a tener su desempeño. Los caballos no deportivos que sufren de este tipo de fractura (10%), presentan menos dolor así como menor efusión en la articulación intercarpiana, a las 12 semanas el caballo puede soltarse en una corraleta durante 4 meses y el entrenamiento podrá iniciarse a los 8 meses de la cirugía.

## Bibliografía

- Schneider RK, Bramlage LR, Gabel AA, et al: Incidence, location and classification of 371 third carpal bone fractures in 313 horses. *Equine Veterinary Journal* 1988 (Suppl 6):33
- Stephens PR, Richardson DW, Spencer PA: Slab fractures of third carpal bone in standardbreds and thoroughbreds: 155 cases (1977-1984). *Journal of the American Veterinary Medical Association* 1988;3(1):353.
- McILwraith CW: Fractures of the carpus. In Nixon AJ (ed): *Equine Fracture Repair*. Philadelphia: WB Saunders, 1996, p 213.
- Martin GS, Haynes PF, McClure JR: Effect of third carpal slab fracture and repair on racing performance in Thoroughbred horses: 31 cases (1977-1984). *Journal of the American Veterinary Medicine Association* 1988;193 (1): 107.
- Honnas CM: Slab fractures. In Auer JA (ed): *Equine Surgery*. Philadelphia: WB Saunders, 1992, p 1030.
- Richardson DW: Technique for arthroscopic repair of third carpal bone slab fractures in horses. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 1986;138(3):288.
- Fackelman GE, Nunamaker DM: Carpal fractures. In Fackelman GE, Nunamaker DM (eds): *Manual of Internal Fixation in the Horse*. New York: Springer-Verlag, 1982, p 37.
- Auer, J. A., Watkins, J. P., White, N. A., Taylor, T. S., & Rooney, J. R. (1986). Slab fractures of the fourth and intermediate carpal bones in five horses. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 188(6), 595.
- Mizuno, Y. (1996). Fractures of the carpus in racing thoroughbreds of the Japan Racing Association: Prevalence, location, and current modes of surgical therapy. *Journal of Equine Veterinary Science*, 16(1), 25-31.

# Contribución al estudio de la variación morfológica en *Opuntia jaliscana* Bravo (Cactaceae) Citar

Edgar Noel López Borja<sup>1</sup>, Rosa de Lourdes Romo Campos<sup>2</sup>✉, Alejandro Muñoz Urías<sup>3</sup> y José Luis Flores Flores<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Estudiante de Licenciatura. <sup>2</sup>Profesor del Departamento de Ciencias Ambientales. <sup>3</sup>Profesor del Departamento de Ecología. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Camino Ing. Ramón Padilla Sánchez No. 2100, La Venta del Astillero, 45221, Zapopan, Jalisco, México.

<sup>4</sup>Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Instituto de Investigación en Zonas Desérticas. Altair 200, Fracc. del Llano, CP 78377. San Luis Potosí, SLP, México.

✉ [rlrc.cucba@gmail.com](mailto:rlrc.cucba@gmail.com)

## Introducción

La familia Cactaceae tiene una distribución geográfica amplia en nuestro país. Es autóctona del continente americano y se encuentra presente en los principales ambientes naturales, pero la mayoría de las especies se encuentran en regiones áridas y semiáridas. Del género *Opuntia* se reconocen 144 especies. De ellas 29 están registradas en el estado de Jalisco (González *et al.*, 2001). Estas especies habitan tanto en ambientes secos como húmedos, por lo que poblaciones de la misma especie poseen marcada variación morfológica. Estudios como el de Muñoz y colaboradores (2008) indicaron que la variabilidad morfológica en poblaciones de nopales silvestres (*O. cantabrigensis*, *O. leucotricha*, *O. rastrera* y *O. streptacantha*), tiene relación con la densidad de las poblaciones y no con variables ambientales. La especie *Opuntia jaliscana*, también conocida como nopal “lengua de vaca”, fue originalmente descrita por Helia Bravo en 1972 en el municipio de Zapotlanejo (Bravo-Hollis, 1978). También se han registrado poblaciones de ella en los estados de Guanajuato (Zamudio *et al.*, 2011) y Durango (González-Elizondo *et al.*, 2011). La importancia económica de ésta planta es como hospedera de la grana cochinilla (*Dactylopius coccus*), así como por el consumo regional de sus frutos y sus

cladodios tiernos como verdura (Portillo y Viguera, 2006). Su distribución geográfica es restringida, pero se le encuentra tanto en la región semiárida en el suroeste del Altiplano Mexicano (Romo *et al.*, 2013) y en la Sierra de Tapalpa, con mayor precipitación; dichas poblaciones poseen una variación morfológica distinta, que en ocasiones lleva a determinaciones taxonómicas controversiales, al grado de confundirla con *O. tomentosa* (González *et al.*, 2001). En este trabajo se analizaron nueve características morfológicas de *Opuntia jaliscana* en poblaciones de ambientes contrastantes en el estado de Jalisco. El objetivo de este trabajo fue contribuir al conocimiento de las variaciones morfológicas de *O. jaliscana* en cinco poblaciones en el estado de Jalisco.



Fotografía de *O. jaliscana* en Atemajac de Brizuela.

## Materiales y métodos

### Sitios de estudio

Las poblaciones estudiadas se encuentran localizadas en el estado de Jalisco, México. Se siguió un gradiente ambiental de humedad que incluye cuatro poblaciones en la parte suroeste del Altiplano Mexicano (en clima seco) y la quinta población se encuentra al noreste de la Sierra de Tapalpa, en un ambiente más húmedo (Cuadro 1). Las cinco poblaciones elegidas en el estudio se ubicaron con base en su tamaño y estado de conservación a lo largo de un gradiente ambiental, desde el centro al noreste del estado de Jalisco (Cuadro 1). La vegetación de los sitios Los Girasoles, Los Vallejo, Las Cajas y El Molino es principalmente matorral crassicaule, con una composición de especies variada de acuerdo a su posición en el gradiente, en Tierra Blanca es selva baja caducifolia (Rzedowski y McVaugh, 1966).

### Características morfológicas

En cada sitio se seleccionaron al azar 25 individuos maduros (en etapa reproductiva), para incluir atributos reproductivos. Se midieron y registraron un total de 61 características morfológicas. De ellas se seleccionaron sólo diez por ser las que cum-

plen los supuestos para realizar análisis de varianza. Fueron las siguientes: a) longitud del cladodio (cm), b) grosor del cladodio (mm), c) distancia entre areolas (mm), d) ancho de areolas (mm), e) longitud de las areolas (mm), f) diámetro de fruto (mm), g) longitud del fruto (mm), h) diámetro de flor (mm), i) Longitud de la semilla (mm), y j) longitud de espinas (mm). Estos atributos se definieron con base en una revisión bibliográfica de estudios similares previos (Muñoz *et al.*, 2008), y algunas de ellas usadas en las claves para determinar las especies taxonómicas. Para medir las características morfológicas pequeñas en tamaño se utilizó un vernier digital y una cinta métrica para el resto de ellas. Además cada individuo se ubico geográficamente mediante un equipo GPS. Todas las mediciones se hicieron *in situ*, a excepción de los atributos de semillas.

### Análisis de datos

Se realizó análisis de ANOVA de una vía para cada variable utilizando como factor de variación la procedencia o sitio. Cuando se detectaron diferencias estadísticas se utilizó la prueba de comparaciones múltiples de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ) para determinar diferencias entre tratamientos o factores. Todos

**Cuadro 1.** Información general de las poblaciones de estudio de *Opuntia jaliscana*. (SMN, 2012).

Localidad	Altitud (msnm)	Latitud N Longitud O	Precipitación (mm)	Temperatura media (°C)
Tierra Blanca, Atemajac de Brizuela	2178	20°10'N 103°44'O	979.6	15.9
Los Girasoles, Zapotlanejo	1707	20°42'N 102°57'O	879.7	20.2
Rancho Los Vallejo, Jalostotitlán	1853	21°10'N 102°28'O	684.7	18.4
Las Cajas, Lagos de Moreno	1951	21°18'N 102°05'O	615.7	17.7
El Molino, Lagos de Moreno	1958	21°27'N 101°48'O	546.0	17.2

los análisis se realizaron con el paquete estadístico STATISTICA, versión 7 (StatSoft, 2004).

## Resultados

Los resultados mostraron que hay diferencias entre las poblaciones de *O. jaliscana* estudiadas por sus variaciones morfológicas. Las plantas del sitio Tierra Blanca poseen los cladodios más gruesos (36.22,  $p < 0.001$ ), los frutos con mayor longitud (11.36,  $p < 0.001$ ), así como las semillas más grandes (6.83,  $p < 0.001$ ). En el extremo, las más pequeñas fueron las del sitio Las Cajas. En el sitio Tierra Blanca hubo una tendencia a flores más anchas (10.33,  $p > 0.05$ ). Los cladodios del sitio el Molino tuvieron una longitud mayor (36.22,  $p < 0.01$ ) y las areolas más grandes (12.55,  $p < 0.001$ ). En tanto las areolas para el sitio Los Vallejo fueron más anchas (12.96,  $p < 0.001$ ). Por lo que respecta a las espinas, las de longitud mayor se presentaron en los sitio Jalostotitlán

y Zapotlanejo (13.63,  $p < 0.001$ ). También en esta localidad los frutos fueron los más pequeños (14.16,  $p < 0.001$ ), 14% menores que los de Tierra Blanca, donde se registraron los de tamaño mayor (Cuadro 2).

Las variables ambientales analizadas indicaron que las temperaturas más altas se presentaron en El Molino y Los Vallejo, mientras que las más bajas fueron en Las Cajas ( $F = 241.02$ ,  $p < 0.001$ ). También la humedad relativa revela diferencias estadísticas ( $F = 241.02$ ,  $p < 0.001$ ); para el sitio Las Cajas hubo en promedio 26 % más humedad relativa que en los cuatro sitios restantes.

## Discusión

Las características morfológicas y anatómicas han sido utilizadas comúnmente para analizar diferencias fenotípicas entre individuos de la misma especie (Muñoz *et al.*, 2008). En el género *Opuntia* ha sido docu-

**Cuadro 2.** Promedios de variables morfológicas ( $\pm$ EE) de *O. jaliscana* en cinco poblaciones.

Localidad	Longitud del cladodio (cm)	Grosor del cladodio (mm)	Distancia entre areolas (mm)	Ancho de areola (mm)	Longitud de areola (mm)
Tierra Blanca	26.8 $\pm$ 0.4	16.9 $\pm$ 0.4	25.9 $\pm$ 0.7	2.0 $\pm$ 0.05	3.4 $\pm$ 0.07
Los Girasoles	25.8 $\pm$ 0.6	13.1 $\pm$ 0.2	25.8 $\pm$ 0.6	1.9 $\pm$ 0.08	3.3 $\pm$ 0.11
Los Vallejo	27.4 $\pm$ 0.5	10.7 $\pm$ 0.6	27.8 $\pm$ 0.6	2.3 $\pm$ 0.05	3.5 $\pm$ 0.07
Las Cajas	26.2 $\pm$ 0.6	9.8 $\pm$ 0.6	27.0 $\pm$ 0.7	2.0 $\pm$ 0.07	3.4 $\pm$ 0.09
El Molino	22.9 $\pm$ 0.5	12.0 $\pm$ 0.3	25.4 $\pm$ 0.7	1.7 $\pm$ 0.05	2.7 $\pm$ 0.07

Localidad	Diámetro de fruto (mm)	Longitud de fruto (mm)	Diámetro de flor (mm)	Longitud de semilla (mm)	Longitud de espinas (mm)
Tierra Blanca	35.3 $\pm$ 0.5	43.2 $\pm$ 0.6	49.9 $\pm$ 0.7	4.3 $\pm$ 0.06	11.7 $\pm$ 0.5
Los Girasoles	30.2 $\pm$ 0.5	37.9 $\pm$ 0.6	48.9 $\pm$ 1.1	4.1 $\pm$ 0.06	15.9 $\pm$ 0.6
Los Vallejo	34.0 $\pm$ 0.6	40.2 $\pm$ 0.8	47.2 $\pm$ 1.1	3.9 $\pm$ 0.1	17.8 $\pm$ 0.7
Las Cajas	33.7 $\pm$ 0.4	37.4 $\pm$ 1.1	46.9 $\pm$ 1.0	3.7 $\pm$ 0.09	13.3 $\pm$ 0.8
El Molino	34.0 $\pm$ 0.6	40.3 $\pm$ 0.8	49.5 $\pm$ 0.7	4.1 $\pm$ 0.08	13.2 $\pm$ 0.8

mentado que posee una variación morfológica amplia (Bravo-Hollis, 1978; Pimienta-Barrios y Muñoz-Urías, 1995; Scheinvar, 1995; Muñoz-Urías *et al.*, 2008). En esta investigación se encontraron diferencias morfológicas entre poblaciones. La más conspicua fue el grosor del cladodio, el mayor se encontró en el sitio Tierra Blanca. Este atributo se ha comportado como estable en otras especies de *Opuntia* (Pimienta-Barrios, 1995). Para este estudio, es probable que dicho comportamiento se deba a que en este sitio llueve más que en el resto de las localidades estudiadas. Estos resultados son contrarios a los encontrados por Muñoz y colaboradores (2008), quienes no encontraron causas ambientales relacionadas con la variación morfológica en especies de *Opuntia*.

La variación en el tamaño de la semilla en una población tiene un papel importante en los procesos de germinación y establecimiento de las plántulas (Harper y Obeid, 1967; Baloch *et al.*, 2001). También es considerado como uno de los parámetros reproductivos más constantes de las plantas (Fenner, 1985). En este trabajo se encontraron diferencias en el largo de la semilla. Las de Tierra Blanca fueron en promedio 22% más grandes que en el resto de las poblaciones. La variación en el tamaño de las semillas entre plantas de la misma especie puede tener un carácter adaptativo como respuesta a ambientes variables (Harper *et al.*, 1970; Janzen, 1982). Por otra parte Manasse y Stanton (1991) refieren que en el caso de *Crinum erubescens* las semillas más pequeñas son generadas por autogamia, mientras que las más grandes se originan por xenogamia. Es probable que debido al aislamiento geográfico de la población de Tierra Blanca, las plantas hayan optado por una estrategia diferente de polinización.

## Conclusiones

Las variables morfológicas de *O. jaliscana* de las cinco poblaciones estudiadas presentaron amplia variación. Se encontró que los cladodios más gruesos corresponden a los sitios con mayo precipitación, a excepción de la población de El Molino. Sin embargo, es necesario profundizar en las causas de la variación de esta especie, así como la implicación en su identificación.

## Referencias bibliográficas

- Baloch, H.A., A.D. Tomasso & A.K. Watson. 2001. Intrapopulation variation in *Abutilon theophrasti* seed mass and its relationship to seed germinability. *Seed Science Research* 11(4): 335-343 [ISSN: 0960-2585]
- Bravo-Hollis, H. 1978. *Las cactáceas de México*. Vol 1, 2ª edición. UNAM, D.F., México. 719 pp.
- Fenner, M. 1985. *Seed ecology*. Chapman and Hall, Nueva York, E.U.A. 151 pp.
- González D., A., M.E. Riojas L. & H.J. Arreola N. 2001. *El género Opuntia en Jalisco: Guía de campo*. Editorial Pandora, Guadalajara, México. 135 pp. [ISBN: 970-27-0001-9]
- González-Elizondo, M., M.S. González-Elizondo, L. Ruacho-González & M. Molina-Olvera. 2011. *Pinus maximartinezii* Rzed. (Pinaceae), primer registro para Durango, segunda localidad para la especie. *Acta Botánica Mexicana* 96: 33-48. [ISSN: 0187-7151]
- Harper, J.L. y M. Obeid. 1967. Influence of Seed Size and Depth of Sowing on the Establishment and Growth of Varieties of Fiber and Oil Seed Flax. *Crop Science*. 7: 527-532.
- Harper, J.L., P.H. Lovell y K.G. Moore. 1970. The Shapes and Sizes of Seeds. *Annual Review of Ecology and Systematics* 1: 327-356.
- Janzen, D.H. Dispersal of small seeds by big herbivores foliage in the fruit. *The American Naturalist* 123(3):338-353.
- Manasse, R.S. y M.L. Stanton. 1991. The Influence of the Mating System on Seed Size Variation in *Crinum erubescens* (Amaryllidaceae). *Evolution* 45(4): 883-890.
- Muñoz-Urías, A., G. Palomino-Hasbach, T. Terrazas, A. García-Velázquez & Pimienta-Barrios, E. 2008. Variación anatómica y morfológica en especies y

- entre poblaciones de *Opuntia* en la porción sur del desierto Chihuahuense. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* **83**: 1-11. [ISSN: 0366-2128]
- Pimienta-Barrios, E. y A. Muñoz-Urias. 1995. *Domestication of opuntias and cultivated varieties*. pp. 58-63. En: Barbera, G., P. Inglese y E. Pimienta-Barrios (Eds.). *Agro-ecology, cultivation and uses of cactus pear*, FAO, Roma, Italia. 216 pp. [ISBN: 92-5-103735-3]
- Portillo, M.L. & A.L. Viguera. 2006. A Review on the Cochineal Species in Mexico, Hosts and Natural Enemies. *Acta Horticulturae* **728**: 249-256. [ISSN: 0567-7572]
- Rzedowski, J. y R. McVaugh. 1966. La vegetación de la Nueva Galicia. *Contributions from the University of Michigan Herbarium* **9**: 1-123.
- Servicio Meteorológico Nacional (SMN). 2012. *Normales Climatológicas por Estación para el Estado de Jalisco*. Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), México.
- Scheinvar, L. 1995. *Toxonomy of utilized opuntias*. pp. 20-27. En: Barbera, G., P. Inglese & E. Pimienta-Barrios (Eds.). *Agro-ecology, cultivation and uses of cactus pear*, FAO, Roma, Italia. 216 pp. [ISBN: 92-5-103735-3]
- StatSoft, Inc. 2004. *STATISTICA*, versión 7. Tulsa, E.U.A.
- Zamudio, S. y R. Galván V. 2011. La diversidad vegetal del estado de Guanajuato, México. *Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes* **27**: 1-103. [ISSN: 0188-5170].

# Efecto de algas marinas en el desarrollo de *Gerbera jamesonii* (Asteraceae) Citar

María Luisa García Sahagún, Alicia de Luna Vega, César Zúñiga Campa, Osvaldo Alejandro Bañuelos Gutiérrez y Mariana Silva Echeverría

Departamento de Producción Agrícola, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Camino Ing. Ramón Padilla Sánchez No. 2100, La Venta del Astillero, 45110, Zapopan, Jalisco, México.

## Resumen

Con el propósito de evaluar el efecto de algas marinas en el desarrollo de gerbera (*Gerbera jamesonii* Bolus), se llevó a cabo un experimento que se estableció bajo invernadero, en las instalaciones del Departamento de Producción Agrícola del CUCBA durante 2013. Se utilizaron 60 plantas de gerbera de la variedad «Pink elegant» a las que se aplicaron algas marinas al sustrato siguiendo las recomendaciones de los productos comerciales Alga 600 (2 g/L con *Laminaria*, *Ascophyllum* y *Sargassum*), Seaweed (1 ml/L con *Laminaria*, *Ascophyllum*) y Osmocalm (1 ml/L con *Macrocystis pyrifera*); además de utilizar testigos sin aplicación. Los tratamientos se aplicaron en el trasplante y cada 15 días durante 7 ocasiones. Las variables evaluadas fueron: número de hojas, número de tallos florales, longitud de tallo (cm) y diámetro de capítulo (cm). Los tratamientos se distribuyeron en un diseño

completamente al azar con 15 repeticiones, se elaboró un análisis de varianza y la prueba de comparación de medias de Tukey ( $p \leq 0.05$ ) utilizando el paquete estadístico NCSS (Hintze, 2001). Se observó el efecto promedio de los tratamientos sobre la variable número de hojas, superando al testigo. En el caso del número de tallos, Alga 600 produjo mayor cantidad que el resto de tratamientos (2). La longitud de los tallos en las plantas con los tratamientos superó al testigo (18.42 cm); Osmocalm presentó el mayor valor numérico con 30.91 cm de longitud. El valor promedio del diámetro de los capítulos fue menor en el testigo (4.96 cm), observándose diámetros de hasta 7.71 cm en el caso de Osmocalm. Cabe aclarar que en la segunda cosecha se obtuvieron diámetros de capítulos hasta de 11.5 cm y 11.7 cm por efecto de Alga 600 y Seaweed respectivamente.



**Figura 1.** Experimento de gerbera (Autor: Dra. María Luisa García Sahagún).



**Figura 2.** Longitud de tallos de gerbera (Autor: Dra. María Luisa García Sahagún).



**Figura 3.** Diámetro de capítulo (Autor: Dra. María Luisa García Sahagún).

## Introducción

La gerbera (*Gerbera jamesonii*) es apreciada en todo el mundo como planta de jardín y como flor de corte. Los países exportadores de gerbera más importantes son Holanda, Colombia, Costa Rica, Israel y República Dominicana. Reportes del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP 2011) señalan que en el período 2003–2011, el valor de las exportaciones mexicanas de flores creció a un ritmo de 6 % anualmente; para el último año, el comercio exterior de flores significó 26 millones 93 mil dólares, monto superior 5 % al registrado en 2010. Rosa, gladiola, gerbera, ave del paraíso, clavel, statice y margarita son los productos de exportación por excelencia a Estados Unidos de Norteamérica y Canadá. Según estimaciones (2010) [de quien?], fueron 25 mil 500 productores quienes encabezaron estas actividades y generaron alrededor de 188 mil empleos permanentes, 50 mil eventuales y un millón de indirectos. Siete de cada diez productores residen en el Estado de México, Distrito Federal, Jalisco, Morelos y Puebla. Villa Guerrero produce cerca de una tercera parte de la producción nacional de flores. Si se considera el valor porcentual sobre el valor de la producción de flores generada en el Edo. De México durante 2011, el 7 % corresponde a gerbera.

Con el fin de mejorar el rendimiento de las plantas se han utilizado bioestimulantes entre los que se incluyen las algas marinas; sin embargo, poco se ha investigado sobre su efecto en la calidad de las flores. Cuando las algas marinas se incorporan al suelo se mejoran sus propiedades físicas, químicas y biológicas, incrementan las cosechas y favorecen la calidad de los frutos porque suministran a los cultivos todos los macro y micro nutrimentos; además, aportan sustancias naturales que actúan como reguladores

de crecimiento (Biotropic 2011). Dentro de los compuestos ya identificados en las algas se tienen agentes quelatantes como ácidos alginicos, fúlvicos y manitol así como vitaminas y cerca de 5000 enzimas (Crouch & van Staden 1992). En ese contexto, el objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de algas marinas en el desarrollo de gerbera (*Gerbera jamesonii*).

## Materiales y métodos

El experimento se estableció bajo invernadero, ubicado en las instalaciones del Departamento de Producción Agrícola del CU-CBA durante 2013. Se utilizaron 60 plantas de gerbera de la variedad «Pink elegant» a los que se aplicaron algas marinas en el sustrato siguiendo las recomendaciones de los productos comerciales Alga 600 (2 g/L con *Laminaria*, *Ascophyllum* y *Sargassum*), Seaweed (1 ml/L con *Laminaria*, *Ascophyllum*) y Osmocalm (1 ml/L con *Macrocystis pyrifera*), además de testigos en los que no se realizó ninguna aplicación. Los tratamientos se administraron en el trasplante y cada 15 días durante 7 ocasiones. Las variables evaluadas fueron: número de hojas, número de tallos florales, longitud de tallo (cm) (Figura 2) y diámetro de capítulo (cm) (Figura 3). Los tratamientos se distribuyeron en un diseño completamente al azar con 15 repeticiones y la prueba de comparación de medias de Tukey ( $p \leq 0.05$ ) utilizando el paquete estadístico NCSS (Hintze 2001) [no está en las referencias].

## Resultados

En el cuadro 1 se presentan los resultados del Análisis de varianza para las variables de desarrollo de Gerbera, por efecto de la aplicación de algas marinas. En el cuadro

**Cuadro 1.** Resultados del análisis de varianza para las variables de desarrollo de gerbera por efecto de la aplicación de algas marinas.

Variabes	Valor de tratamientos (T)	Valor de cosecha (C)	Valor de interacción TxC
Número de hojas	0.036798 *	0.000000**	0.003200 **
Número de tallos	0.142 *	0.000000 **	0.302773
Longitud de tallos	0.000708 *	0.305976	0.452492
Diámetro de capítulos	0.009680 *	0.000002 *	0.031889 *

\*Diferencias significativas  $p \leq 0.05$ . \*\*Diferencias altamente significativas  $p \leq 0.01$ .

**Cuadro 2.** Efecto de algas marinas en las variables de desarrollo de gerbera.

Tratamiento	Número de hojas	Número de tallos	Longitud de tallos	Diámetro de capítulo
Alga 600	12.89 a	2.25 a	29.32 a	7.67 a
Seaweed	16.30 a	1.76 b	29.37 a	6.82 a
Osmocalm	15.41 a	1.75 b	30.91 a	7.71 a
Testigo	11.23 b	1.42 b	18.42 b	4.96 b

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales Tukey ( $p \leq 0.05$ ).

mencionado se pueden observar diferencias significativas  $p \leq 0.01$  para el efecto de los tratamientos en las variables número de hojas y tallos, longitud de tallo y diámetro de capítulo. Para el efecto de las cosechas se observaron diferencias altamente significativas para el número de hojas y tallos y solo significativas para el diámetro de capítulos. En la interacción tratamientos por cosecha, hubo diferencias altamente significativas para el número de hojas y solo significativas para el diámetro de capítulos.

En el cuadro 2 se observa el efecto promedio de los tratamientos sobre las variables número de hojas, observándose que la aplicación de algas marinas superó en todos los casos al testigo. En el caso del número de tallos el tratamiento con Alga 600 produjo mayor cantidad de tallos que el resto de tratamientos. La longitud de los tallos en los tratamientos con algas marinas, superó al testigo (18.42 cm); Osmocalm presentó el mayor valor numérico con 30.91 cm de longitud. El diámetro de los capítulos fue

menor en el testigo (4.96 cm) que en las plantas a las que se aplicaron algas marinas, observándose diámetros de hasta 7.71 cm en el caso de Osmocalm (Figura 4).

En el cuadro 3 se observa el efecto de la aplicación de algas marinas sobre el diámetro de los capítulos de gerbera, a través de siete cosechas. El tratamiento de Algas 600 presentó valores más altos en las cosechas 1,2,3,4,5 y 7 al igual que Seaweed en las cosechas 1, 2 y 5 y de manera similar Osmo-



**Figura 4.** Flores cosechadas por tratamiento. De izquierda a derecha SW (Seaweed), A600 (Alga 600), T (Testigo) y PN (Pronutri). (Autor: Dra. María Luisa García Sahagún).

**Cuadro 3.** Efecto de las cosechas en el diámetro del capítulo de gerbera por aplicación de algas marinas.

Tratamiento	Cosechas						
	1	2	3	4	5	6	7
Alga 600	7.8 a	11.5 a	5.8 a	5.3 a	8.5 a	8.8 b	8.8 a
Seaweed	7.9 a	11.7 a	4.6 b	3.4 b	7.9 a	6.5 c	4.6 b
Osmocalm	7.8 a	8.5 b	6.9 a	4.7 b	5.8 b	10.2 a	11.0 a
Testigo	5.3 b	8.3 b	6.3 a	1.7 c	4.3 c	4.4 c	4.0 b

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales Tukey ( $p \leq 0.05$ ).

calm en las cosechas 1,2,6 y 7. Cabe aclarar que en la segunda cosecha se obtuvieron diámetros de capítulos hasta de 11.5 cm y 11.7cm por efecto de Alga 600 y Seaweed respectivamente.

## Discusión

Los resultados positivos obtenidos por el efecto de aplicación de las algas marinas en las variables de gerbera: número de hojas y tallos, longitud de tallo y diámetro de capítulo, coinciden con lo reportado por (Abetz & Young 1983) quienes reportaron que la aplicación de *Ascophyllum nodosum* incrementó el diámetro en coliflor. Senn (1987) señaló que la incorporación de algas al suelo incrementa las cosechas y favorece la calidad porque se administra a los cultivos no sólo todos los macro y micronutrientes que requiere la planta, sino también 27 sustancias naturales cuyos efectos son similares a los reguladores de crecimiento. Dentro de los compuestos ya identificados en las algas se tienen agentes quelatantes como ácidos algínicos, fúlvicos y manitol así como vitaminas, cerca de 5000 enzimas y algunos compuestos biocidas que controlan algunas plagas y enfermedades de las plantas (Crouch & van Staden 1992).

Canales (1999) también reporta que en un experimento con tomate que se llevó a cabo en La Florida, USA, se estableció en

camas cubiertas con plástico negro. El extracto de algas ALGAENZIMS® se aplicó al suelo en la cama y dos veces foliar. La producción se incrementó hasta un 20 %.

## Conclusión

La aplicación de los tratamientos comerciales Alga 600, Seaweed y Osmocalm aplicados en Gerbera, superó al testigo en el número de hojas, longitud de tallos y diámetro de capítulo. Alga 600 produjo la mayor cantidad de tallos.

## Referencias bibliográficas

- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2011. *El valor de la producción de las ornamentales en México*. Disponible desde Internet <http://www.siap.gob.mx/produccion-ornamental-mexico/> (Consultado el 5 de noviembre de 2013, 12:10).
- Abetz, P., & C.L. Young. 1983. The effect of seaweed extract sprays derived from *Ascophyllum nodosum* on lettuce and cauliflower crops. *Botánica Marina* 26(10): 487–492. ISSN (Online) 1437-4323.
- Canales B., L. 1999. Enzimas-algas. Posibilidad de su uso para estimular la producción agrícola y mejorar los suelos. *Terra Latinoamericana* 17(3): 271–276. ISSN (print) 0187-5779.
- Crouch, L. & J. van Staden. 1992. *Evidence of the presence of growth regulators in comercial seaweed products*. Department of Botany, University of Natal, Republic of South Africa. Ed. Kluwer Academic Publishing. The Netherlands.

Senn, T.L. 1987. *Seaweed and plant growth*. Ed. Alpha Publishing Group, Houston, Texas, USA. (*Crecimiento de alga y planta*, Traducido al Español por Benito Canales López).

# Aptitud combinatoria de líneas precoces de maíz en base al diseño genético “Line by Tester”

Florencio Recendiz Hurtado , Salvador Mena Munguía, Claudia Lorena Ibañez Vargas y José Emmanuel García Galindo

Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara, Camino Ing. Ramón Padilla Sánchez No. 2100, La Venta del Astillero, 45221, Zapopan, Jalisco, México.

 [frecehd@cucba.udg.mx](mailto:frecehd@cucba.udg.mx)

## Introducción

El programa de Mejoramiento Genético de Maíz del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, contempla la creación de variedades precoces debido a las circunstancias climáticas actuales que presentan una disminución del régimen de lluvias en el estado de Jalisco y por ende un crecimiento en la superficie que se cultiva de temporal.

El estudio se realizó para evaluar cruza-mientos de prueba temprana utilizando el diseño genético de cruza Línea por Probador (LxT) para determinar el rendimiento, la ACE y ACG de las líneas que intervienen en las cruza con sus probadores para una futura formación de híbridos precoces y selección del mejor probador en la localidad de Las Agujas, Mpio., de Zapopan, en el estado de Jalisco.

Ruiz Corral *et al.* (2000a) concluyen en un trabajo efectuado sobre el cambio climático y su efecto en la estación de crecimiento (EC) en Maíz en Jalisco, que la duración de la (EC) se redujo en promedio 6 días y la capacidad térmica de la estación de crecimiento disminuyó 79 GDDA durante el período 1972-1996 en comparación con el período 1947-1971. Actualmente la fecha de inicio de la estación de crecimiento presenta en promedio estatal un retraso de dos

días y la fecha de finalización un adelanto de cuatro días. Lo anterior sugiere que la (EC) seguirá teniendo retraso al inicio de la estación y un adelanto en la fecha de finalización.

Así mismo Ruiz Corral *et al.* (2000b) cuantificaron el impacto del cambio climático sobre áreas potenciales para la producción de maíz (*Zea mays* L.) y sus resultados mostraron que las áreas potenciales para el cultivo de maíz se modificaron dado que la superficie apta para maíces de ciclo intermedio-tardío y precoz se redujo 24 y 40%, respectivamente, mientras que la superficie apta para maíz de ciclo intermedio e intermedio precoz se incrementó en 44 y 73%. Las variaciones climáticas impactaron negativamente el agroclima regional y la superficie potencial para la producción de maíz en el estado de Jalisco, la cual se redujo en 319,950 ha.

De acuerdo a lo señalado en el párrafo anterior, es necesario generar variedades precoces de maíz que tengan las características agronómicas deseables y un desarrollo fisiológico completo y eficiente dentro de la (EC) que se reduce poco a poco.

Por otra parte, el uso de los diferentes diseños genéticos para detectar líneas de maíz que tengan buena aptitud combinatoria (AC) han sido usados desde hace mucho

tiempo, así se tiene que mucho antes de que el concepto (AC) fuera introducido por Sprague y Tattum (1942), existieron otros métodos que de alguna manera evaluaron el desarrollo de un genotipo mediante algunos sistemas de cruzamientos. Así, Halluer y Miranda (1981) mencionan que la prueba de progenie definida por Allard en 1960 como "una prueba del valor de un genotipo basado sobre el desarrollo de sus cruvas producidas en algún sistema definido de cruzamientos", esta fue usada en tiempos anteriores por Vilmorin (1850) en Francia.

El diseño genético de cruzamientos Línea por Probador (LxT) fue sugerido por Kempthorne, O. (1957) y ha sido usado ampliamente para estimar las varianzas de la (ACG) y (ACE) así como sus efectos. Se usa también para entender la naturaleza de la acción de genes involucrados en la expresión de tratamientos cuantitativos económicamente importantes.

Según R. Sharma (2006), el diseño genético de cruzamientos Línea por Probador consiste en lo siguiente: involucra la hibridación entre líneas (f) basado en probadores (m) que al cruzarse con las líneas generan (fxm) híbridos. Generalmente las líneas (genotipos de prueba) son usadas como hembras y los probadores como machos.

Mosa (2010) en un estudio sobre la estimación de la aptitud combinatoria de líneas de maíz en el cual utilizó nueve líneas que fueron cruzadas por tres probadores (dos líneas puras, y una crusa simple) encontró que los cuadrados medios de las líneas, los probadores y líneas x la interacción de los probadores fueron significativos para todos los tratamientos excepto para líneas con longitud de mazorca, de probadores para diámetro de mazorca y número de hileras/mazorca. Los efectos genéticos aditivos fue-

ron los responsables del control hereditario de todos los tratamientos.

Ramhan *et al.*, (2013) utilizó el análisis de (LXT) para rendimiento de grano usando 15 líneas  $S_2$  cruzadas con 2 híbridos y una variedad de polinización libre, encontró diferencias altamente significativas para rendimiento así como en los padres y las cruvas. Así mismo encontró los mayores efectos de aptitud combinatoria general y específica para las líneas en lo que respecta a longitud de mazorca, número de granos por hilera y rendimiento de grano. Identificó también los mejores probadores.

## Materiales y métodos

El estudio se realizó en los Campos Experimentales del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad de Guadalajara en Las Agujas, Mpio., de Zapopan, Jal., y en La Huerta, Jal., durante los ciclos agrícolas de primavera verano de 2011 en el cual se hicieron autofecundaciones de la población de maíz precoz 2020 para obtener líneas  $S_1$ , y en Otoño Invierno de 2011 en La Huerta, Jal., se sembraron las líneas  $S_1$  para obtener líneas  $S_2$  y estas fueron cruzadas por 3 probadores, dos híbridos de crusa simple: UDG QPM 2006, UDG 2008 y una línea pura del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) CML 173.

En Primavera-Verano de 2012, se evaluaron los mestizos obtenidos en OI 2011 en tres ensayos de rendimiento en diseño de bloques al azar con 20 variedades en el cual se incluyeron 5 testigos. Las unidades experimentales fueron dos surcos de 5 m de longitud por 0.75 m de ancho entre surcos y dos repeticiones. La fertilización usada fue de 200-100-00 aplicando el 50 % de nitróge-

no al momento de la siembra y el otro 50% diez días aproximadamente antes de floración. El fosforo se aplicó el 100% al momento de la siembra. Se controló la maleza y plagas del suelo haciendo una aplicación de herbicida pre-emergente e insecticida al suelo respectivamente.

## Resultados

En el Cuadro 1 se presentan los cuadrados medios y su significancia de los análisis de rendimiento de los ensayos efectuados.

En el Cuadro 1, se puede observar como los cuadrados medios son mayores que los valores de F, esto significa que existió diferencia altamente significativa para todos los ensayos menos para el ensayo 3 que solo fue significativa. Es decir que los tratamientos evaluados son diferentes estadísticamente en todos los ensayos.

Los rendimientos en toneladas por hectárea se presentan en el Cuadro 2. En este cuadro, se nota como en cada uno de los ensayos se formaron grupos al hacer la separación de medias mediante la prueba de diferencia mínima significativa (DMS) al 95 % de probabilidad. Las entradas de la 21 a la 25 corresponden a los testigos. En los ensayos los rendimientos de las entradas 3,15 y 19 respectivamente fueron superiores a los testigos.

**Cuadro 1.** Cuadrados medios, valor de significancia y su probabilidad de los ensayos analizados por rendimiento. Las Agujas, Mpio. de Zapopan. Jal. PV 2011.

No. ensayo	CM	Valor de F	Pr >F
1	5.3440	2.33	0.0216
2	2.3171	2.14	0.0338
3	2.4556	1.96	0.0533

CM= cuadrado medio. Pr > F= probabilidad de F.

En cuanto a los análisis de la AC, en base al rendimiento, en los cuadros 3, 4 y 5 se pueden observar los resultados.

En los cuadros 6, 7 y 8 se presentan las medias de las línea, la gran media, el efecto de la ACG y ACE de las líneas, el valor de t y la probabilidad de la ACG, así como el lugar que ocupa como mejor línea en base a la ACG.

## Discusión

Del Cuadro 1 se deduce que los tratamientos evaluados tienen variación genética y que son susceptibles de seleccionarse, esto lo demuestra los cuadrados medios obtenidos. Así mismo al realizar la separación de medias en el Cuadro 2 se muestran los genotipos que son mejores en rendimiento precisamente debido a la diversidad genética de las líneas en combinación con sus probadores.

Por otra parte en el Cuadro 4 se muestra que existió diferencia significativa para líneas y en el 4 y el 5 para líneas y probadores. Lo anterior significa que estadísticamente son diferentes así como los probadores utilizados. Lo anterior probablemente se debe a la constitución genética de ambos.

Existió diferencia altamente significativa para entradas, probadores y líneas por probador y no existió diferencia estadística para repeticiones ni líneas (Cuadro 3). En el Cuadro 4 se puede ver que no existió diferencia estadística para repeticiones ni probadores y finalmente en el Cuadro 5, no hubo diferencia estadística para repeticiones, entradas y líneas por probadores. De esta manera se considera que las repeticiones del ensayo fueron homogéneas no siendo así para las entradas, líneas, probadores

**Cuadro 2.** Rendimientos en t ha<sup>-1</sup> y separación de medias de los ensayos de rendimiento. Las Agujas, Zapopan, Jal. 2012.

<b>Entrada</b>	<b>Ensayo 1</b>	<b>Ensayo 2</b>	<b>Ensayo 3</b>
1	3.544 g	7.072 c	7.135 f
2	9.291 b	4.281 f	7.413 d
3	6.412 b	6.398 e	9.132 a
4	6.934 b	5.171 f	5.542 f
5	5.085 d	4.587 f	5.739 f
6	6.303 b	5.630 f	7.622 c
7	5.560 c	4.936 f	7.135 f
8	4.392 g	3.832 f	7.118 f
9	7.649 b	7.004 c	7.218 e
10	8.171 b	7.115 b	4.305 f
11	7.080 b	6.921 c	8.442 b
12	6.977 b	5.457 f	5.345 f
13	8.069 b	5.752 f	4.901 f
14	5.624 c	6.126 e	4.435 f
15	9.845 a	4.321 f	6.861 f
16	6.274 b	5.822 f	4.846 f
17	6.442 b	6.135 e	5.378 f
18	6.354 b	7.235 b	5.313 f
19	7.345 b	7.447 a	5.636 f
20	6.764 b	5.797 f	9.023 a
21	7.872 b	5.158 f	4.765 f
22	4.156 f	4.607 f	4.151 f
23	8.691 b	7.039 c	7.133 f
24	9.029 b	6.552 d	6.772 f
25	7.446 b	7.055 c	7.149 f
DMS	3.0329	2.1454	3.0229

DMS= Diferencia mínima significativa 0.05%. Cantidades con la misma letra en la misma columna son iguales estadísticamente.

**Cuadro 3.** Análisis de Varianza para Aptitud Combinatoria del rendimiento de líneas y probadores. Ensayo 1. Las Agujas, Zapopan, Jal., PV 2011.

<b>FV</b>	<b>Gl</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Valor de F</b>	<b>Pr(&gt;F)</b>
Rep	1	0.0874	0.0874	0.0455	0.8332
Entradas	19	86.3136	4.5428	2.3687	0.0337
Líneas	6	18.8466	3.1411	1.6378	0.1912
Probador	2	6.4808	3.2404	1.6896	0.2111
Línea x probador	11	60.9864	5.5441	2.8909	0.0204
Error	19	36.4383	1.91782		

**Cuadro 4.** Análisis de Varianza para Aptitud Combinatoria del rendimiento de líneas y probadores. Ensayo 2. Las Agujas, Zapopan, Jal., PV 2011.

FV	Gl	SC	CM	Valor de F	Pr(>F)
Rep	1	3.3005	3.3005	3.8402	0.0648
Entradas	19	45.1525	2.3764	2.7651	0.016
Lineas	6	13.3085	2.2180	2.5808	0.0532
Probador	2	5.5458	2.7729	3.2264	0.0621
Linea x probador	11	26.2982	2.3907	2.7817	0.0243
Error	19	16.3293	0.85943		

**Cuadro 5.** Análisis de Varianza para Aptitud Combinatoria del rendimiento de líneas y probadores. Ensayo 3. Las Agujas, Zapopan, Jal., PV 2011.

FV	Gl	SC	CM	Valor de F	Pr(>F)
Rep	1	0.9985	0.9985	0.4457	0.5123
Entradas	19	82.9322	4.3648	1.9485	0.0775
Lineas	6	36.0312	6.0052	2.6807	0.0466
Probador	2	15.4126	7.7063	3.440	0.0530
Linea x probador	11	31.48833	2.8625	1.277	0.3077
Error	19	42.5619	2.2401		

**Cuadro 6.** Efectos de ACG, valores de t y probabilidad de la ACG de las líneas. Ensayo 1. Nextipac, Las Agujas, Zapopan, Jal. PV 2011.

L	Media	Gran media	ACG de líneas	T para ACG de líneas	Lugar
1	6.4116	6.701	-0.28	-0.432	4
2	6.103	6.701	-0.597	-0.892	6
3	5.863	6.701	-0.83	-1.2508	7
4	7.405	6.701	0.703	1.0505	2
5	7.840	6.701	1.1387	1.6999	1
6	6.350	6.701	-0.351	-0.524	5
7	7.052	6.701	0.351	0.5243	3

L= línea. ACG= Aptitud Combinatoria General.

**Cuadro 7.** Efectos de ACG, valores de t y probabilidad de la ACG de las líneas. Ensayo 2. Nextipac, Las Agujas, Zapopan, Jal. PV 2011.

L	Media	Gran media	ACG de líneas	T para ACG de líneas	Lugar
1	5.9133	5.84525	0.068	0.1209	4
2	5.111	5.84525	-0.733	-1.3031	7
3	5.251	5.84525	-0.593	-1.0544	6
4	6.493	5.84525	0.648	1.1513	2
5	5.393	5.84525	-0.451	-0.8028	5
6	6.391	5.84525	0.546	0.9706	3
7	6.620	5.84525	0.774	1.3763	1

L= línea. ACG= Aptitud Combinatoria General.

**Cuadro 8.** Efectos de ACG, valores de t y probabilidad de la ACG de las líneas. Ensayo 3. Nextipac, Las Agujas, Zapopan, Jal. PV 2011.

L	Media	Gran media	ACG de líneas	T para ACG de líneas	Lugar
1	7.890	6.4235	1.466	1.583	1
2	6.295	6.4235	-0.128	-0.138	4
3	7.151	6.4235	0.728	0.786	3
4	6.026	6.4235	-0.396	-0.428	5
5	5.398	6.4235	-1.025	-1.106	6
6	5.176	6.4235	-1.246	-1.346	7
7	7.327	6.4235	0.904	0.976	2

L= línea. ACG=Aptitud Combinatoria General.

y líneas por probador como se indicó para cada uno de los ensayos.

### Conclusión

La metodología utilizada para detectar y evaluar la AC de las líneas probadas, fue efectiva ya que permitió detectar tanto las mejores líneas y probadores en cada ensayo.

### Referencias bibliográficas

Halluer R. y J.B Miranda FO (1981). *Quantitative genetics in Maize breeding*. Iowa State University Press / Ames USA. 468 pp.

Kempthorne, O. 1957. *An Introduction to genetic statistics*. John Wiley and Sons, Inc. New York, USA. 468-473.

Mosa, H.E. 2010. Estimation of combining ability of maize inbred lines using top cross mating design. *Journal Agriculture Reserch*. Kafer El-Sheikh University. 36 (1): 1-16.

Parvez Sofi and A.G. Rather .2006. Genetic Analysis of yield traits in local and Cimmyt inbred line crosses using Line x Tester analysis in maize (*Zea mays L.*). *Asian Journal of Plant Sciences* 5 (6): 1039-142.

- Rahman H., Arifuddin, Z. Shah, S.M., Alhi Sha, M. Iqbal, and I.H.Khalil. 2010. Evaluation of maize  $S_2$  lines in test cross combinations I: flowering and morphological traits. *Pakistany Journal Botany*. 42(3): 1619-1627.
- Rahman H., Asif Ali, Xahir Shah, M. Iqbal, M. Noor y Amanullah. (2013). Line x Tester analysis for grain yield related traits in maize variety sarhad-white. *Pakistany Journal Botany*. 45(SI): 383-387.
- Ruiz Corral José Ariel, José Luis Ramírez Díaz, Francisco Javier Flores Mendoza y José de Jesús Sánchez González. 2000. *Cambio climático y su impacto sobre la estación de crecimiento de maíz en Jalisco, México*. **Revista Fitotécnia Mexicana**. Vol. 23:169-182.
- Ruiz Corral José Ariel, José Luis Ramírez Díaz, Francisco Javier Flores Mendoza y José de Jesús Sánchez González. 2000. *Cambio climático y efectos sobre las áreas potenciales para maíz en Jalisco, México*. **Revista Fitotécnia Mexicana**. Vol. 23: 183-194.
- Sharma R. Jahawar. 2006. *Statistical and Biometrical techniques in plan breeding*. Cap.12. New Age International Publishers. India.
- Sprague y Tattum. 1942. *Journal of the American Society of Agronomy*. Vol.34. (10): 923 - 932.

# Generación de híbridos de maíz (*Zea mays* L.) precoces con líneas dobles haploides para el trópico y subtropico de Jalisco

Salvador Mena Munguía✉, Ariadna Karina Magaña Mendoza, Florencio Recendiz Hurtado, Claudia Lorena Ibáñez Vargas, Emmanuel García Galindo y Christian Octavio Orozco López

Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara, Camino Ing. Ramón Padilla Sánchez No. 2100, La Venta del Astillero, 45221, Zapopan, Jalisco, México.

✉ [smena@cucba.udg.mx](mailto:smena@cucba.udg.mx)

## Introducción

Chase (1947) fue uno de los precursores en el estudio de los monoploides (sinónimo de haploides) y el uso de líneas dobles haploides en el mejoramiento. En un principio se basó en la inducción y duplicación espontánea de haploides que por su baja frecuencia, no resultó favorable para fines comerciales.

Los fundamentos de la inducción de haploides in vivo asistida por inductores se establecieron cuando Coe (1959) descubrió una línea con alta frecuencia de haploidia, de 2.3% a la cual denominó Stock 6. Este almacén genético sirvió como base de una serie de inductores con tasa de inducción más elevada (HIR = número de granos con embriones haploides divididos entre todos los granos incluidos en el estudio).

El desarrollo de líneas dobles haploides mediante inducción de haploidia in vivo resultó más sencillo gracias a los genetistas de maíz por identificar acervos genéticos inductores de haploidia (Coe, 1959), e incorporar un marcador de color antocianina, en las estructuras genéticas, lo cual facilita la identificación de haploides, tanto en las semillas como en las etapas de establecimiento de plántulas (Nanda y Chase, 1966; Greenblatt y Back, 1967; Chase, 1969) y produce nuevos inductores de haploidia con HIR más alta.

Un Doble Haploide es un genotipo que se forma cuando las células ( $n$ ) de un haploide pasan sin problema por un proceso de duplicación cromosómica. Para lograr que la duplicación ocurra a una alta frecuencia, las plantas haploides se tratan con químicos llamados inhibidores mitóticos. Estos químicos alteran la mitosis, de manera tal, que después de la mitosis, una sola célula duplica su número de cromosomas. Un químico de uso común es la colchicina; ante la presencia de esta, la replicación de cromosomas ocurre normalmente en interfases. La colchicina se adhiere a los microtúbulos y evita que se formen microtúbulos del huso mitótico en la etapa de la metafase. Durante la anafase, se separan dos cromátidas hermanas en cromosomas replicados, pero al no desplazarse a los polos de la célula se quedan en el centro. En la telofase se forma una membrana nuclear alrededor de los cromosomas que no se desplazaron. Por lo tanto, después de la mitosis, se genera una célula cuyo número de cromosomas se ha replicado.

Las tendencias actuales de variación del clima apuntan hacia un calentamiento global (IPCC, 1992) y se prevé que este fenómeno reduzca la estación de crecimiento (EC) y la superficie potencial para cultivos de temporal en regiones tropicales y subtropicales, debido a un aumento de la tasa de

evapotranspiración y una disminución del nivel de humedad del suelo (EPA, 1998). Así como una disminución y/o distribución más eficiente de la precipitación durante el ciclo del cultivo (Williams y Balling, 1996).

Una reducción en la EC afecta los dos principales componentes de la producción agrícola: La superficie potencial de cosecha y el rendimiento por unidad de superficie del cultivo (Hubbard y Flores-Mendoza, 1995); ya que al acortarse la EC, el agricultor se ve obligado a utilizar genotipos más precoces.

En Jalisco, más del 90% de la superficie agrícola se cultiva bajo condiciones de temporal, siendo el maíz (*Zea mays L.*) el cultivo más importante (SAGAR, 1997). Dentro de este contexto, la superficie potencial y la productividad del maíz dependen en gran medida de las características de la EC.

## Materiales y métodos

Se hizo uso de líneas y germoplasma fuente, provenientes de CIMMYT.

Las líneas inductoras de haploidia tropicalizadas (LIHT) cuentan con buenas características agronómicas, en cuanto a floración y producción de polen se refiere; mantienen una HIR de 8-12% y tiene buena resistencia a plagas y enfermedades del trópico.

La población 401 es del grupo heterótico B, es precoz blanco. Tiene buenos rasgos agronómicos y es resistente a *E. turcicum*, formado de la recombinación de 22 S1 con S6, que tuvieron un buen desempeño Per se, y se desarrollaron bien en cruizas de prueba con CML 97 de la población 42.

La población 402 es del grupo heterótico A, es precoz blanco, tiene buenos rasgos agronómicos y es resistente a *E. turcicum*, formado de la recombinación 12 S2 con S6, que tuvieron un buen desempeño Per se, y se desarrollaron bien en cruizas de prueba con CML 78 de la población 32.

Las líneas inductoras se cruzaron (como progenitor masculino) con germoplasma fuente (como progenitor femenino), después se seleccionó la semilla haploide. Posteriormente estas semillas pasaron por un proceso de duplicación cromosómica, siguiendo la siguiente metodología: humedecer un papel de germinación con una solución de clorada (0.05%) para evitar la proliferación de hongos; se colocaron las semillas de forma uniforme, se enrolló el papel hasta formar un tubo cilíndrico en forma de taco, estos tacos se colocan en arpillas y se pasaron a un recipiente de plástico, a los cuales se les agrego una solución clorada (100 ppm), esto para obtener la humedad en la semilla y evitar hongos. Estos recipientes se pusieron en la cámara de incubación a una temperatura alrededor de 25-30°C, y se dejaron ahí por 72 horas.

Los recipientes se sacaron de la cámara después de 3 días, se abrieron los tacos, y las plántulas cuyo coleóptilo mida aproximadamente dos centímetros son ideales para el tratamiento de colchicina. Con un bisturí se hicieron los cortes de 5 mm en el extremo superior del coleóptilo, esto facilita la penetración de la solución en la pared celular y permite que llegue hasta el primordio meristemático. Las plántulas cortadas deben guardarse en una arpillera y mantenerse en agua desinfectada hasta que entren al tanque de la colchicina.

Para la duplicación cromosómica se utilizó una solución con 0.04% de colchicina

y 0.5% DMSO. El polvo de colchicina se disuelve en agua, junto con DMSO en un tanque de plástico cubierto con papel aluminio, se dejó reposar de dos a tres horas. Las plántulas se colocaron en el tanque y se dejan ahí 12 horas. Las plántulas se lavaron por lo menos dos o tres veces con agua destilada.

Las plántulas que se sacaron del tanque, se trasplantaron en charolas, y éstas se quedaron ahí dos semanas en un invernadero donde la temperatura se mantuvo entre 28-30 °C. Posteriormente se sacaron las plántulas del invernadero y se pusieron en una casa sombra, donde permanecieron de uno a tres días, para que se aclimaten a las condiciones de campo. Después se trasplantaron las plantas D0 al campo.

Estas plantas D0 se auto fecundaron para poder derivar semilla D1 (línea doble haploide), la cosecha de estas mazorcas representa la nueva línea desarrollada.

En el ciclo PV 2013 estas semillas se sembraron el 5 de julio del presente año, en el Campo Experimental del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, de la Universidad de Guadalajara, en el municipio de Zapopan, cuya ubicación geográfica es la siguiente: latitud norte 20°44'47.72"; y a una longitud de 103°30'43.60" Oeste, y con una elevación de 1658 msnm. Con el fin de incrementarlas (haciendo autofecundaciones) y observar su adaptabilidad.

## Resultados

En el proceso de formación de líneas dobles haploides se obtuvieron 165 líneas derivadas de la población 401 y 75 líneas derivadas de la población 402 respectivamente.

Estas líneas se sembraron en el campo experimental de dicho centro. Durante el proceso de madurez fisiológica de las líneas, se hizo una selección de las mismas, descartando aquellas plantas que no cumplieron con las características agronómicas deseadas. Las líneas se auto polinizaron, para incrementar semilla, dejando como resultado 34 líneas derivadas de la población 401 y 9 líneas derivadas de la población 402. Las líneas seleccionadas serán con las que se trabajara en los siguientes ciclos para la formación de los híbridos de maíz precoces dobles haploides.

## Conclusión

El uso de la tecnología de dobles haploides es una gran opción para el mejoramiento genético; ya que se acortan tiempos para la obtención de líneas completamente homogotas, se necesitan menos recursos económicos y mano de obra.

## Referencia bibliográfica

- Chase SS (1947) Techniques for isolating monoploid maize plants. *J. Bot.* 34: 582.
- Chase SS (1969) Monoploids and monoploid-derivatives in maize (*Zea mays* L.). *The Botanical Reviews* 35: 117–167.
- Coe EH (1959) A line of maize with high haploid frequency. *Am. Naturalist* 93: 381–382.
- Environmental Protection Agency (EPA). 1998. Global warming impacts: Implications for international agriculture. United State Environmental Protection Agency. The EPA Global Warming Site. USA. 18 p.
- Forster BP, Heberle-Bors E, Kasha KJ, Touraev A (2007) The resurgence of haploids in higher plants. *Trends in Plant Sci.* 12: 368–375.
- Forster BP, Thomas WTB (2005) Doubled haploids in genetics and plant breeding. *Plant Breed Rev.* 25: 57–88.
- Geiger HH, Gordillo GA (2009) Doubled haploids in hybrid maize breeding. *Maydica* 54: 485–499.

- Greenblatt IM, Bock M (1967) A commercially desirable procedure for detection of monoploids in maize. *J. Hered.* 58: 9–13.
- Heckenberger M, Bohn M, Melchinger AE (2005) Identification of essentially derived varieties obtained from biparental crosses of homozygous lines: I. Simple sequence repeat data from maize inbreds. *Crop Sci.* 45: 1120–1131.
- Hubbard, K.G. and F.J Flores-Mendoza. 1995. Relating United State crop land use to natural resources and climate change. *Journal of Climate* 8(2): 329-335.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 1992. Scientific assessment of climate change. WMO-UNEP. Geneva, Switzerland. 24 p.
- Nanda DK, Chase SS (1966) An embryo marker for detecting monoploids of maize (*Zea mays* L.). *Crop Sci*6: 213–215.
- RNAi-induced asynaptic meiosis. *Chromosome Research* 15: 87–88.
- Röber FK, Gordillo GA, Geiger HH (2005) *In vivo* haploid induction in maize – performance of new inducers and significance of doubled haploid lines in hybrid breeding. *Maydica*50: 275–283.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural (SAGAR). 1997. Estadísticas agrícolas anuales. Delegación de la SAGAR en el Estado de Jalisco. Subdelegación de Agricultura. Guadalajara, Jalisco, Mexico. 47 p.
- Wijnker E, Vogelaar A, Dirks R, van Dun K, de Snoo B, van den Berg M, Lelivelt C, de Jong H, Chunting L (2007) Reverse breeding: reproduction of F1 hybrids by
- Williams, M.A. and R.C Balling Jr. 1996. Interaction of desertification and Climate. WMO-UNEP. Ed. Arnold. London, Great Britain 270 p.

# Avances en el estudio de Araliaceae para la flora de Jalisco y áreas colindantes, México Citar

Adriana Enetzin Iñárritu Medina ✉, Jesús Jacqueline Reynoso Dueñas, Servando Carvajal y Leticia Hernández López

Instituto de Botánica, Departamento de Botánica y Zoología, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Camino Ing. Ramón Padilla Sánchez No. 2100, La Venta del Astillero, 45221, Zapopan, Jalisco, México  
✉ enet\_991@hotmail.com

## Introducción

La *Flora de Jalisco y Áreas Colindantes* es un proyecto editorial que inició desde 1980. El área geográfica que comprende corresponde a lo que Rogers McVaugh (1961) denominó Nueva Galicia, que incluye en su totalidad los estados de Jalisco, Colima y Aguascalientes, y porciones de Nayarit, Durango, Zacatecas, Guanajuato y Michoacán (Figura 1). Hasta la fecha se han dado a la luz veinticinco volúmenes con sendas familias. No se ha incluido entre ellos a la familia Araliaceae, no obstante de ser conocida y con representantes de alto valor económico, ornamental y con miembros distribuidos en los diversos biomas de la región que nos ocupa.

La familia Araliaceae está conformada por árboles y arbustos de madera blanda, lianas y rara vez hierbas. Sus hojas son pecioladas, alternas rara vez opuestas o verticiladas con formas variables. Las inflorescencias son terminales o axilares, dispuestas en panículas o racimos de umbelas. Las flores numerosas por lo regular pequeñas, con pétalos libres, blanco-verdosos o rosáceos. El fruto puede ser una drupa o una baya globosa o ser un tanto alargada, con semillas pequeñas en gran número.

Los miembros de la familia tienen distribución tropical aunque también se les encuentra en regiones templadas.

A escala mundial, algunas especies de Araliaceae son aprovechadas con fines medicinales, por ejemplo la raíz de *Panax ginseng* C.A. Mey. (“ginseng”) nativa de China y Corea es popular por sus compuestos estimulantes y afrodisiacos, mientras que *Hedera helix* L. para el tratamiento de afecciones pulmonares. Por otra parte, *Tetrapanax papyrifer* (Hook.) K. Koch es la fuente de producción del papel arroz (Jones 1988; Heywood 1993).

En México representantes de *Hedera*, *Polyscias*, *Schefflera* y *Panax*, son apreciados como plantas de ornato para sombra o por su vistoso follaje para cubrir muros (Medina Lemos 1994). De *Oreopanax xalapensis* (Kunth) Decne. & Planch., se comercializa el fruto como alimento para aves (López Ferrari 1993). De la madera de *Aralia humilis* Cav. se tallan figuras a mano, en tanto que con la de *Dendropanax arboreus* (L.) Decne. & Planch., se hacen contrachapados. Las hojas de *Oreopanax echinops* (Cham. & Schltld.) Decne. & Planch., se usan como envoltura para tamales (Sosa 1979).

La familia Araliaceae está representada en México por especies silvestres de: *Aralia*, *Dendropanax*, *Didymopanax*, *Oreopanax*, *Hydrocotyle* y *Sciadodendron*. Entre las cultivadas las de *Aralia*, *Hedera*, *Panax*, *Polyscias*, *Schefflera*, *Tetrapanax*, *Dizygotheca*, *Fatsia* y *Fatsiahedera* (Sosa 1979; López Ferrari 1993).

Los nombres comunes que en Jalisco y áreas colindantes, se aplican a los miembros de esta familia son: “guardalagua” (*Aralia humilis*); “cortapico”, “cucharo”, “San Antonio”, “mano de león” y “ranchero” (*Dendropanax arboreus*) y “mano de león” para *Oreopanax echinops* y *O. xalapensis* (Cuevas *et al.* 1992).

Jussieu describió Araliae en *Genera Plantarum* en 1789; en 1900, a raíz de las conclusiones obtenidas en el Primer Congreso Internacional de Nomenclatura Botánica, se le dio el estatus de familia al adicionársele la terminación -aceae: Araliaceae. En función del sistema empleado, Araliaceae se ubica en la división Magnoliophyta (Angiospermae), clase Magnoliopsida, subclase Rosidae del orden Apiales (Cronquist 1981); o bien, en la subclase Asteridae, superorden Cornanae del orden Apiales (Takhtajan 2009); o Asteridae (Euasterides II), orden Apiales (Bremer *et al.* 2009).

Judd *et al.* (1994), mediante un estudio molecular y morfológico sugirieron que Apiaceae y Araliaceae podrían ser tratadas como una sola familia bajo el nombre de Apiaceae; pero a causa de que algunos géneros aún no se han definido con claridad, se recomienda todavía considerarlas como dos familias.

De acuerdo con la opinión de los autores, a escala mundial, Smith (1944) estimó la riqueza de esta familia en 65 géneros y 800

especies. Según Cannon & Cannon (1989), está compuesta de 60 y 1150. Por su parte, Sosa (1979) consignó 60 y 750; mientras que López-Ferrari (1989, 1993) y Medina-Lemos (1994) hicieron referencia a 70 y 700.

Esta familia es casi cosmopolita, pues casi 55 géneros tienen una distribución amplia en los trópicos y pocos representantes en las zonas templadas, cinco son nativos de Mesoamérica, y dos de ellos están sometidos al cultivo (Cannon y Cannon 1989). Los centros de diversidad y distribución de la familia: la región Indomalaya y América tropical (López-Ferrari 1989, 1993).

La revisión de literatura muestra que los miembros de esta familia se ha considerado en algunos enlistados y trabajos monográficos como: Flora de Veracruz (Sosa 1979), *Aralia humilis*, *Dendropanax arboreus*, *Didymopanax morototoni* (Aubl.) Decne. & Planch. (= *Schefflera morototoni*\* (Aubl.) Maguire, Steyer. & Frodin.), *Oreopanax capitatus*, *O. echinops*, *O. flaccidus* Marchal, *O. liebmannii*, *O. obtusifolius* L. O. Williams, *O. peltatus* Linden y *O. xalapensis*, además de especies cultivadas y abundantes como *Hedera helix*, *Polyscias guilfoylei* (W. Bull) L.H. Bailey, *P. guilfoylei* var. *laciniata* (Williams ex Hort.) L.H. Bailey, *P. fruticosa* (L.) Harms y *P. ornatus* Bull (= *P. ornata*\* (Hort. ex W. Bull) Cogn. & Marchal). En Flora de Guerrero, López Ferrari (1989), *Aralia humilis*, *Dendropanax arboreus*, *Oreopanax echinops*, *O. langlassei* Standl., *O. peltatus*, *O. sanderianus* Hemsl., *O. xalapensis* y *Sciadodendron excelsum* Griseb. En tanto que ese mismo autor (López Ferrari 1993) en Flora del Bajío y regiones adyacentes: *Aralia humilis*, *A. regeliana* Marchal, *Dendropanax arboreus*, *Oreopanax echinops* y *O. xalapensis*. Medina Lemos (1994), en Flora de Tehua-

cán-Cuicatlán: *Aralia humilis* como especie silvestre y *Hedera helix* como cultivada.

En la zona referida como Jalisco y Áreas Colindantes, se han publicado listados de plantas donde citan a miembros de la familia: Padilla *et al.* En sus trabajos “títulos” (2006, 2008), para el estado de Colima: *Aralia humilis*, *Dendropanax arboreus*, *Oreopanax echinops*, *O. peltatus* y *O. xalapensis*. Fernández *et al.* “títulos” (1998), para la cuenca del Río Balsas: *Aralia humilis*, *Dendropanax arboreus*, *Dizygotheca veitchii* N. Taylor, *Oreopanax echinops*, *O. jaliscana* S. Watson, *O. peltatus*, *O. sanderianus* y *O. xalapensis*. De la flora arbórea de Michoacán, Cué *et al.* (2006), enlistaron *Aralia humilis*, *Dendropanax arboreus*, *Oreopanax echinops*, *O. peltatus* y *O. xalapensis*. Por otra parte, de la reserva de San Juan en Nayarit, Téllez *et al.* (1996) señalan a *Dendropanax arboreus*, *Oreopanax peltatus*, *O. salvinii* Hemsl. (= *O. peltatus*\*) y *O. xalapensis*, y González *et al.* (1991) de la flora de Durango mencionan *Aralia aff. humilis*, *A. racemosa* L. y *Dendropanax arboreus*.

En lo que respecta a Jalisco, los listados de especies de algunas zonas como la Sierra de Manantlán (Cuevas *et al.* 1992, 2004; Vázquez *et al.* 1995; Santiago *et al.* 2003) citan a *Aralia humilis*, *Dendropanax arboreus*, *Oreopanax echinops*, *O. peltatus*, *O. sanderianus* y *O. xalapensis*, seis de las siete especies que crecen en Nueva Galicia (1966). Vázquez *et al.* (2004), en la Flora del Norte de Jalisco registran a *Oreopanax peltatus*. Guerrero (1994) de Sierra de Quila menciona a *Aralia humilis*, *Oreopanax peltatus* y *O. xalapensis*. Vázquez *et al.* (2000) de Talpa de Allende cita *Dendropanax arboreus* y *Oreopanax echinops*. Contreras *et al.* (2000) en la zona de Piedras Bola en Aqualulco de Mercado

señalan sólo a *Oreopanax peltatus*. Frías *et al.* (2013) en la flora y vegetación del cerro El Tepopote en Zapopan hacen mención de *Aralia humilis*. Por su parte, Ramírez *et al.* (2011) en el listado sobre la flora del predio Las Joyas en La Manzanilla, del municipio La Huerta registran a *Sciadodendron excelsum*. Reynoso *et al.* (2004, 2007) de flora de San Sebastián del Oeste consideran las especies *Dendropanax arboreus* y *Oreopanax xalapensis*. Machuca (1989) de la región de Jocotepec marca la presencia de *Aralia humilis*, *Oreopanax peltatus* y *O. xalapensis*. Macías *et al.* (2001) del cerro El Colli en Zapopan citan a *Aralia humilis*. Por último, Ramírez *et al.* (2010) en el catálogo de plantas vasculares de Jalisco, anotan de la familia Araliaceae las especies *Aralia humilis*, *Dendropanax arboreus*, *Oreopanax echinops*, *O. peltatus*, *O. sanderianus*, *O. xalapensis* y *Sciadodendron excelsum*.

En el presente trabajo se realizará el tratamiento taxonómico e inventario de la familia Araliaceae para la flora de Jalisco y áreas colindantes, ya que hasta este momento no ha sido estudiada para dicha región. El conocimiento de la composición de especies en una región determinada es fundamental, pues conforma las bases para otro tipo de estudios ya sea ecológicos, de poblaciones, de conservación, entre otros. Además, servirá para dar a conocer la importancia de las especies nativas de esta familia.

## Materiales y metodología

### Trabajo de campo

Libreta de campo, regla, flexómetro, clinómetro, GPS, prensa botánica, cartón, periódico, lazo, bolsas, navaja, tijeras de mano, garrucha y cámara fotográfica digital.

## Trabajo de gabinete

Revisión y análisis de literatura especializada sobre Araliaceae obtenida de fuentes impresas y electrónicas.

Para el estudio de las estructuras morfológicas se utilizarán: Microscopio estereoscópico, pinzas y agujas de disección, vernier, regla, cámara fotográfica digital y ejemplares botánicos de las colecciones de los herbarios GUADA, HUAA, IBUG, IEB, MEXU y ZEA (Holmgren *et al.* 1981).

Las colectas de campo y procesado de muestras vegetales se harán acordes a la técnica de Lot y Chiang (1986); prensado, secado, identificación, etiquetado, montaje, registro, congelación e incorporación al herbario. Los puntos de colecta se seleccionarán de acuerdo a la fenología y ubicación de colectas previas y de literatura consultada.

Los nombres comunes, los usos tradicionales así como la importancia de estas plantas, se obtendrán de la zona de estudio, de ejemplares de herbario y de la literatura consultada.

El estado de conservación y endemismo se señalará de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Diario Oficial de la Federación, 2010), la Lista Roja de Especies Amenazadas de la International Union for Conservation of Nature (Walter & Gillett, 1997, 1998) y de la Convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestre (CITES, 2013).

Con la información obtenida de las etiquetas de los ejemplares de herbario se desarrollará una base de datos en Excel.

## Resultados

Hasta el momento, de Araliaceae en Jalisco y áreas colindantes se registran cuatro géneros con siete especies leñosas: *Aralia humilis*, *Dendropanax arboreus*, *Oreopanax echinops* O. *peltatus*, O. *sanderianus*, O. *xalapensis*, *Sciadodendron excelsum*, y un género con cinco especies herbáceas: *Hydrocotyle mexicana* Schltl. & Cham., *H. pusilla* A. Rich., *H. ranunculoides* L. f., *H. umbellata* L. y *H. verticillata* Thunb. La mayoría de éstas habitan en los bosques: mesófilo de montaña, tropical subcaducifolio, tropical caducifolio y en la vegetación acuática y subacuática.

Con base en la revisión de herbarios realizada hasta ahora, las especies más representadas en las colecciones consultadas son *Dendropanax arboreus* y *Oreopanax peltatus* y las menos *Oreopanax sanderianus* y *Sciadodendron excelsum*.

De acuerdo con la Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN *Oreopanax echinops*, O. *peltatus* y O. *sanderianus* se encuentran es estatus vulnerable. Por otra parte, en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y en el CITES no se registran.

De las especies nativas de Araliaceae en el área de estudio, se desconocen usos y nombres comunes, mientras que las especies comercializadas en esta región son introducidas y predomina el uso como plantas de ornato, de sombra o medicinales.

## Discusión

En todos los trabajos florísticos previos, el género *Hydrocotyle* estaba incluido en Apiaceae y no en Araliaceae. El presente estudio lo incorpora dado que está de acuerdo

con Takhtajan (2009), quien lo ubica en la subfamilia Hydrocotyloideae de la familia Araliaceae.

La especie *Hydrocotyle pusilla* se halla registrada para el área de estudio en catálogos florísticos, no obstante, no se le ha localizado como ejemplar botánico en las colecciones de los herbarios considerados, por lo que se hace necesario dar seguimiento a dicha especie para confirmar su presencia en el área.

La especie *Dendropanax arboreus* está bien representada en las colecciones de herbario, no obstante, en campo no se le ha encontrado presente en las exploraciones realizadas hasta la fecha.

Por otra parte, del río Balsas se registra a *Oreopanax jaliscana*, la cual fue descrita de una colecta en la Barranca cercana a Guadalajara (Fernández *et al.* 1998), pero aún no se han encontrado ejemplares con dicho nombre en las colecciones revisadas, por lo cual podría tratarse de una sinonimia.

## Conclusión

De manera preliminar se concluye que:

- Este estudio será una contribución original e importante al conocimiento de la flora de Jalisco y áreas colindantes.
- Se requiere de un mayor esfuerzo de colecta, con el fin de lograr la representación adecuada de la mayoría de las especies en las colecciones de herbario.
- Es indispensable hacer una exhaustiva revisión de ejemplares botánicos para conseguir una descripción más amplia y precisa para cada una de las especies de esta familia.

- Hasta el momento, se desconocen intentos de cultivo de las especies silvestres registradas para esta área de estudio.

## Literatura citada

- Bremer, B., K., Bremer, M. W., Chase, M. F., Fay, J. L., Reveal, D. E., Soltis, P. S., Soltis y P. F., Stevens (comp.). 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society of London* 161: 105–121.
- Cannon, M. J. y J. F. M., Cannon. 1989. Central American Araliaceae a precursory study for the Flora Mesoamericana. *Bull. Brit. Mus. (Nat. Hist.) Bot.* 19: 5-61.
- Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES). 2013. *Appendices I, II and III. Versión 2013.* <http://www.cites.org/esp/app/appendices.php>. 06/09/2013.
- Contreras, R. S. H., R. de L., Romo C. & J. J., Reynoso D. 2000. Caracterización de la vegetación en la zona de Piedras Bola, Aqualulco de Mercado, Jalisco, México. *Boletín del Instituto de Botánica, IBUG.* Universidad de Guadalajara. 7 (1-3): 103-121.
- Cornejo, X. y H. H., Iltis. 2012. Familia Capparaceae. *Flora de Jalisco y áreas colindantes.* Instituto de Botánica, Universidad de Guadalajara. Zapopan, Jalisco, México. Fascículo 25: 1-66.
- Cronquist, A. 1981. An integrated system of classification of flowering plants. Columbia University Press. New York. 1262 pp.
- Cué, B. E. M., J. L., Villaseñor, L., Arredondo A., G., Cornejo T. y G., Ibarra M. 2006. La flora arbórea de Michoacán, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México.* 78: 47-81.
- Cuevas, G. R. y E. J., Jardel P. 2004. Flora y Vegetación de la Estación Científica Las Joyas. Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jalisco. 294 pp.
- Cuevas, G. R., N. M., Núñez L., D., De Niz L., L. Guzmán H. y F. J., Santana M. 1992. Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas de la reserva de la Biósfera Sierra de Manantlán, Jalisco-Colima, México. *Boletín del Instituto de Botánica, IBUG.* Universidad de Guadalajara. 1 (4): 217-306.
- Diario Oficial de la Federación. 2010. *Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora*

- y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. [http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/435/1/NOM\\_059\\_SEMARNAT\\_2010.pdf](http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/435/1/NOM_059_SEMARNAT_2010.pdf). 06/09/2013.
- Fernández, N. R., C., Rodríguez J., M. de la L., Arreguín S. y A. Rodríguez J. 1998. Listado florístico de la cuenca del Río Balsas, México. *POLIBOTÁNICA*. 9: 1-151.
- Frías, C. A., A., Castro C., J. G., González G., E. A., Suárez M. y F. J. Rendón S. 2013. Flora vascular y vegetación del cerro El Tepopote, Jalisco, México. *Botanical Sciences*. 91 (1): 53-74.
- González, E. M., M. S., González E. y Y. Herrera. 1991. IX. Flora de Durango. *Listados Florísticos de México*. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F. 167 pp.
- Guerrero, N. J. 1994. Contribución al conocimiento de la vegetación y la flora de La Sierra de Quila, Jalisco, México. Tesis de licenciatura en Biología. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, División Ciencias Biológicas, Universidad de Guadalajara. 71 pp.
- Heywood, V. H. 1993. Flowering plants of the world. Oxford University Press. 335 pp.
- Holmgren, Patricia K., Wil Keuken and Eileen K. Schofield. 1981. Index Herbariorum. Part 1 The Herbario of the world. Seventh Edition. 452 pp.
- Jones, Jr. S. B. 1988. Sistemática vegetal. 2a. edición (1ª. edición en español). México, D. F. 536 pp.
- Judd, W. S., R. W. Sanders y M. J. Donoghue. 1994. Angiosperm family pairs: Preliminary cladistic analyses. *Harvard Pap. Bot.* 5:1-51.
- Jussieu, A. L. de. 1789. *Genera Plantarum: secundum ordines naturales disposita, juxta methodum in Horto regio parisiensi exaratam, anno M.DCC. LXXIV*. 498 pp.
- López Ferrari, A. R. 1989. Familia Araliaceae. *Flora de Guerrero*. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. Fascículo 1: 1-23.
- López Ferrari, A. R. 1993. Familia Araliaceae. *Flora del Bajío y de regiones adyacentes*. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. Fascículo 20: 1-16.
- Lot, A. y F., Chiang (comps.). 1986 (reimpr. 1990). Manejo de herbario. Administración y manejo de colecciones, técnicas de recolección y preparación de ejemplares botánicos. *Consejo Nacional de la Flora de México*. México, D.F. 142 pp.
- Machuca, N. J. A. 1989. Florística y ecología de la vegetación fanerogámica de la región septentrional de Jocotepec, Jalisco, México. Tesis para obtener el título de ingeniero Agrónomo, especialidad Fitotecnia. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, División Ciencias Biológicas, Universidad de Guadalajara. 221 pp.
- Macías, R. M. A. y R., Ramírez D. 2001. Florística del cerro el Colli, municipio de Zapopan, Jalisco, México. *Boletín del Instituto de Botánica*, IBUG. Universidad de Guadalajara. 8 (1-2): 75-99.
- McVaugh, R. 1961. Euphorbiaceae novae Novo-Galiciana. *Brittonia*. 13: 145-205.
- Medina Lemos, R. 1994. Familia Araliaceae. *Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán*. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. Fascículo 4: 1-13 pp.
- Padilla, V. E., R., Cuevas G., G., Ibarra M. y S., Moreno G. 2006. Riqueza y biogeografía de la flora arbórea del estado de Colima, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 77: 271-295.
- Padilla, V. E., R., Cuevas G. y S. D., Koch. 2008. Plantas vasculares y vegetación de la parte alta del Arroyo Agua Fría, municipio de Minatitlán, Colima, México. *Acta Botánica Mexicana*. 84: 25-72.
- Ramírez, D. R., O., Vargas P., H. J., Arreola N., M., Cedano M., R., González T., L. M., González V., M., Harker, L., Hernández L., R. E., Martínez G., J. A., Pérez de la R., A., Rodríguez C., J. J., Reynoso D., L. M., Villarreal de P. y J. L., Villaseñor R. 2010. Catálogo de plantas vasculares de Jalisco. 1ª Edición. Prometeo Editores S.A. de C. V. México. 143 pp.
- Ramírez-Delgado, Raymundo, Mollie Harker-Shumway y Leticia Hernández-López. (20 Dic.) 2011. Vegetación y flora del predio Las Joyas, La Manzanilla, municipio de La Huerta, Jalisco, México. *ibugana*. 1: 3-15.
- Reynoso, D., J. J. 2004. Florística y fitogeografía de la flora arbórea del bosque mesófilo de montaña en San Sebastián del Oeste, Jalisco México. Tesis de maestría en Ciencias Biológicas. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, División Ciencias Biológicas, Universidad de Guadalajara. 95 pp.
- Reynoso, D. J. J., L., Hernández L., R., Ramírez D., M., Harker S., M., Cedano M. y I. L., Álvarez B. 2007. Catálogo preliminar de la flora vascular y microbiota del municipio de San Sebastián del Oeste, Jalisco México. *ibugana, Boletín del Instituto de Botánica*. Universidad de Guadalajara. 14 (1-2): 51-91.
- Rzedowski, J. 1991. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. *Acta Botánica Mexicana*. Instituto de Ecología A. C. Xalapa, Veracruz, México. 14: 3-21.
- Santiago, P. A. L., E. J., Jardel P. y R. Cuevas G. 2003. Rareza y estado de conservación de especies ar-

- bóreas del bosque mesófilo de montaña en la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, México. *ibugana, Boletín del Instituto de Botánica*. Universidad de Guadalajara. 10 (1-2): 5-22.
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Diario Oficial de la Federación, 2a Sección, 30 de diciembre de 2010.
- Smith, A. C. 1944. Araliaceae. *North American Flora*. 28B: 3-41.
- Sosa, V. 1979. Araliaceae. *Flora de Veracruz*. INIREB. Xalapa, Ver. México. Fascículo 8: 1-38 pp.
- Takhtajan A. 2009. *Flowering Plants*. Springer Verlag. Berlin. 871 pp.
- Téllez, V. O., G., Flores F., A., Martínez R., R. E., González F., G., Segura H., R., Ramírez R., A., Domínguez M. y I., Calzada. 1996. Flora de la reserva ecológica de San Juan, Nayarit, México. *IBUNAM*. 50 pp.
- Vázquez G., J. A., R., Cuevas G., T., Cochrane, H. H., Iltis, F. J., Santana M., y L., Guzmán H. 1995. Flora de Manantlán. *Sida Botanical Miscellany*. 13. 312 pp.
- Vázquez G., J. A., Y. L., Vargas R. y F., Aragón C. 2000. Descubrimiento de un bosque de *Acer-Podocarpus-Abies* en el municipio de Talpa de Allende, Jalisco, México. *Boletín del Instituto de Botánica*, Universidad de Guadalajara. 7 (1-3):159-183.
- Vázquez G., J. A., M. de J., Cházaro B., G., Nieves H., Y. L., Vargas Rodríguez, M., Vázquez G. y A., Flores M. 2004. Flora del Norte de Jalisco y Etnobotánica Huichola. *Serie Fronteras de Biodiversidad 1*. Universidad de Guadalajara (CUCBA-CUCSH), Guadalajara. 182 pp.
- Walter, S. & H. Gillett (eds.). 1998. 1997 IUCN Red List of Threatened Plants. World Conservation Monitoring Centre. Compiled by The World Conservation Union. Gland, Switzerland & Cambridge, United Kingdom.
- Zomlefer, W. B. 1994. Guide to flowering plant families. The University of North Carolina Press. Chapel Hill & London. 430 pp.

### Direcciones electrónicas consultadas

- International Union for Conservation of Nature (IUCN). The IUCN Red List of Threatened Species. 2013. Version 2013.1. <http://www.iucnredlist.org>. 06/09/2013.
- Ramírez-Delgadillo *et al.* 2011. Vegetación y flora del predio Las Joyas, La Manzanilla, municipio de La Huerta, Jalisco, México. *ibugana*. 1: 3-15. <http://ibugana.cucba.udg.mx>
- Tropicos.org. Missouri Botanical Garden. 19 septiembre 2013 <<http://www.tropicos.org/Name/42000272>>
- <http://www.biodiversitylibrary.org/>
- <http://sweetgum.nybg.org/ih/>
- ACPlants usuario
- Greenabound clave

# Evaluación de la cobertura y densidad de nueve especies nativas con potencial de restauración de suelos degradados del bosque La Primavera

Milca Mayo Mendoza<sup>1</sup>, Rosa de Lourdes Romo Campos<sup>2</sup>✉, Pablo Medina Fernández<sup>1</sup>, Jaqueline Camberos Reynoso<sup>1</sup> y Erik Martín Castañeda Zavalza<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Estudiante de la Licenciatura en Biología.<sup>2</sup>Profesor del Departamento de Ciencias Ambientales. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Camino Ing. Ramón Padilla Sánchez No. 2100, La Venta del Astillero, 45221, Zapopan, Jalisco, México. Tel. (33) 37771150 ext. 33152.

✉ [rlrc.cucba@gmail.com](mailto:rlrc.cucba@gmail.com)

El Área de Protección de Flora y Fauna La Primavera (APFFLP), puede identificarse como una corriente de bienes y servicios ambientales a la zona conurbada de Guadalajara. Ésta zona funciona como un hábitat crítico para especies de flora y fauna representativas de la región; al mantenerse la diversidad biológica y el patrimonio genético se favorece la continuidad de los procesos evolutivos de aproximadamente 1000 especies de plantas, de las cuales 59 son orquídeas; 29 especies de mamíferos (SEMARNAT, 2000). Sin embargo, en la última década el APFFLP ha sufrido severos impactos tales como pérdida de la cobertura vegetal por incendios, sobrepastoreo, entre otros.

Para revertir los daños ocasionados a los ecosistemas, es necesario instrumentar un conjunto de acciones o manipulaciones planificadas que conformen una estrategia para mejorar las condiciones del sistema degradado e incrementar su calidad ambiental. La recuperación de áreas degradadas está dirigida para el restablecimiento de la dinámica de las comunidades; de la forma más semejante posible con el ecosistema preexistente (Truman *et al.*, 2001). El uso de especies nativas para la restauración de suelos degradados es más efectiva porque están aceleran la sucesión natural

(Mortlock, 2000). Las leguminosas incrementan la fertilidad del suelo, sin embargo al establecer mezclas de especies de plantas de diferentes familias, la competencia por recursos como espacio y luz puede dejarlas en desventaja y disminuir su rendimiento. Una alternativa es sembrar las especies con diferentes fechas y así disminuir la competencia (Balocchi y Mansilla, 1990).

El cambio de uso del suelo, así como la degradación de suelos por la eliminación de la cobertura vegetal es una problemática en el Bosque La Primavera (BLP), como ejemplo en el 2005, se calcinaron 8,500 hectáreas (Curiel, 2008). En estos sitios incendiados la vegetación nativa es sustituida por pastizales en el mejor de los casos, ya que las áreas donde no se pueden establecer herbáceas quedan expuestas y sufren procesos de erosión irreversibles. En consideración a esta problemática, es necesario realizar actividades de restauración de suelos con un enfoque ecosistémico, dentro de este el papel de la vegetación nativa es fundamental para resolver el problema. El Objetivo de este trabajo fue evaluar la cobertura y la densidad de nueve especies herbáceas nativas en suelos degradados del BLP.

## Materiales y métodos

### Descripción del área de estudio

El área de trabajo está ubicada en el predio “La mujer” en el Ejido Emiliano Zapata, municipio de Zapopan, Jalisco, se encuentra dentro del APFFLP; sus coordenadas geográficas son (20°41′55.57” N y 103°37′20.85” O). Se ubica en el Eje Neovolcánico, la altitud varía de 1400 a 2200 msnm, y cerca del 50% de la superficie tiene pendientes mayores a 44%. La Sierra de La Primavera está compuesta principalmente de rocas ígneas extrusivas ácidas. Los climas predominantes son templado subhúmedo S(w1)(w) y semicálido subhúmedo (A)C(w1)(w), ambos con lluvias en verano e invierno con precipitaciones anuales que fluctúan entre 800 y 1,000 mm, el 77% de las lluvias son erosivas. La temperatura media anual es de 20.6°C. El 92% de su superficie son suelos regosoles poco profundos y pobres en materia orgánica (SEMARNAT, 2000). El tipo de vegetación en el área de estudio según la clasificación de Rzedowski (1978) es bosque de encino-pino.

### Colección de semilla y siembra en campo

Durante los meses de septiembre y octubre de 2012 se realizaron recorridos en el BLP para coleccionar semillas de 39 especies herbáceas nativas (Cuadro 1, ver anexo). En julio de 2013 fueron sembradas en parcelas de 1 m<sup>2</sup>. El diseño experimental fue de bloques al azar con dos tratamientos: en el primero se sembraron cinco parcelas con todas las especies, en el segundo tratamiento sólo se sembraron las especies leguminosas y 15 días después se agregaron las especies restantes. Previamente a la siembra todas las semillas de las leguminosas fueron escarificadas con ácido sulfúrico (Romo *et al.*, 2012).

En todas las parcelas, además de los tratamientos con las semillas se les agre-

gó una mezcla con un adherente (mela-za: 250 mm), un aglutinante (bentonita: 100 g), un abono (humus de lombriz roja californiana: dos kg) y cinco litros de agua. Cabe mencionar que por la irregularidad de las lluvias las parcelas fueron regadas dos veces en las dos primeras semanas después de la siembra.

### Variables de respuesta

El primer mes después de la siembra se midió la cobertura de nueve especies (Cuadro 1) con la longitud de sus dos ejes perpendiculares para estimar la proyección horizontal de su dosel. El área de la cobertura se determinó de acuerdo a la fórmula de la elipse. También se registró la densidad absoluta contando el número de individuos por especie.

### Análisis estadístico

Para identificar diferencias entre tratamiento y especies se realizó un ANOVA de una vía, éste análisis se realizó a nivel de especie. Cuando se detectaron diferencias estadísticas se utilizó la prueba de comparaciones múltiples de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ) para identificar diferencias entre tratamientos. También se realizó un análisis no paramétrico de Kruskal-Wallis para las especies que no mostraron normalidad. Todos los análisis se realizaron con el paquete estadístico Statistica versión 7 (StatSoft, 2004).

## Resultados

La mayoría de las especies no mostró diferencias en la cobertura por efecto de los tratamientos. En el ANOVA para la variable cobertura se encontraron diferencias entre tratamientos para las especies: *Crotalaria pumila*, *Cosmos bipinnatus*, *Bidens odorata* ( $F = 24.43, p = <0.01$ ;  $F = 5.17, p = <0.05$ ;  $F = 12.11, p = <0.01$ ; respectivamente) y para

**Cuadro 1.** Lista de especies herbáceas nativas colectadas en el Bosque La Primavera.

<b>Especie</b>	<b>Familia</b>
<i>Aegopogon cenchroides</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	Poaceae
<i>Amaranthus hybridus</i> L.	Amaranthaceae
<i>Aristida appressa</i> Vasey.	Poaceae
<i>Aristida divaricata</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	Poaceae
<i>Aristida purpurea</i> Nutt.	Poaceae
<i>Aristida ternipes</i> Cav.	Poaceae
<i>Bidens pilosa</i> L.	Asteraceae
<i>Bidens odorata</i> Cav.*	Asteraceae
<i>Bouteloua radicata</i> E. Fourn	Poaceae
<i>Bromus anomalus</i> Rupr. ex E. Fourn.	Poaceae
<i>Chloris virgata</i> Sw.	Poaceae
<i>Cosmos bipinnatus</i> Cav.*	Asteraceae
<i>Cosmos sulphureus</i> Cav.*	Asteraceae
<i>Crotalaria sagittalis</i> L.	Fabaceae
<i>Crotalaria pumila</i> , Ortega*	Fabaceae
<i>Cyperus manimae</i> Kunth.	Cyperaceae
<i>Dalea leporina</i> (Aiton) Bullock*	Fabaceae
<i>Desmodium sericophyllum</i> Schltldl.*	Fabaceae
<i>Desmodium aparines</i> (Link) DC.*	Fabaceae
<i>Desmodium distortum</i> (Aubl.) J.F. Macbr.	Fabaceae
<i>Desmodium macrostachyum</i> Hemsl.	Fabaceae
<i>Eragrostis plumbea</i> Scribn. ex Beal*	Poaceae
<i>Macroptilium gibbosifolium</i> (Ortega) A. Delgado	Fabaceae
<i>Muhlenbergia minutissima</i> (Steud.) Swallen	Poaceae
<i>Paspalum cobexum</i> Humb. & Bonpl. ex Flügge	Poaceae
<i>Paspalum notatum</i> Alain ex Flügge	Poaceae
<i>Paspalum plicatulum</i> Michx.	Poaceae
<i>Pectis uniaristata</i> DC.*	Asteraceae
<i>Pereilema ciliatum</i> E. Fourn.	Poaceae
<i>Salvia laevis</i> Benth.	Lamiaceae
<i>Setaria pumila</i> (Poir.) Roem. & Schult.	Poaceae
<i>Sida collina</i> Schltldl.	Malvaceae
<i>Sida rhombifolia</i> L.	Malvaceae
<i>Sporobolus indicus</i> (L.) R. Br.	Poaceae
<i>Tagetes filifolia</i> Lag.	Asteraceae
<i>Tagetes lunulata</i> Ortega.	Asteraceae
<i>Tagetes micrantha</i> Cav.	Asteraceae
<i>Zinnia angustifolia</i> Kunth.	Fabaceae
<i>Zornia thymifolia</i> Kunth.	Fabaceae

**Cuadro 2.** Efecto de los tratamientos (promedios  $\pm$  EE) sobre la cobertura ( $\text{cm}^2$ ) de nueve especies herbáceas. Letras diferentes denotan diferencias entre tratamientos por especie según la Prueba de Tukey ( $p < 0.05$ ).

Especies	Tratamientos	
	1	2
<i>Bidens odorata</i>	61.3 $\pm$ 10.7 <sup>a</sup>	38.35 $\pm$ 1.44 <sup>b</sup>
<i>Cosmos bipinnatus</i>	55.92 $\pm$ 3.94 <sup>a</sup>	44.77 $\pm$ 2.91 <sup>b</sup>
<i>Cosmos sulphureus</i>	44.11 $\pm$ 6.23 <sup>ns</sup>	31.94 $\pm$ 4.91 <sup>ns</sup>
<i>Crotalaria pumila</i>	136.53 $\pm$ 6.04 <sup>a</sup>	96.47 $\pm$ 6.91 <sup>b</sup>
<i>Dalea leporina</i>	270.6 $\pm$ 13.7 <sup>ns</sup>	313.9 $\pm$ 30.3 <sup>ns</sup>
<i>Desmodium aparines</i>	105.24 $\pm$ 7.4 <sup>ns</sup>	110.3 $\pm$ 21.8 <sup>ns</sup>
<i>Desmodium sericophyllum</i>	167.2 $\pm$ 12.7 <sup>ns</sup>	167.6 $\pm$ 18.1 <sup>ns</sup>
<i>Eragrostis plumbea</i>	95.0 $\pm$ 12.4 <sup>b</sup>	267.0 $\pm$ 59.3 <sup>a</sup>
<i>Pectis uniaristata</i>	17.28 $\pm$ 2.26 <sup>ns</sup>	25.59 $\pm$ 3.26 <sup>ns</sup>

**Cuadro 3.** Efecto los tratamientos (promedios  $\pm$  EE) sobre la densidad (individuos/ $\text{m}^2$ ) de nueve especies herbáceas. Letras diferentes denotan diferencias entre tratamientos por especie según la Prueba de Tukey ( $p < 0.05$ ).

Especies	Tratamientos		F	p
	1	2		
<i>Bidens odorata</i>	41.2 $\pm$ 8.8 <sup>ns</sup>	20.4 $\pm$ 6.7 <sup>ns</sup>	3.52	0.09
<i>Cosmos bipinnatus</i>	559 $\pm$ 123 <sup>a</sup>	172 $\pm$ 28 <sup>b</sup>	9.4	<b>0.01</b>
<i>Cosmos sulphureus</i>	192 $\pm$ 33.7 <sup>a</sup>	56 $\pm$ 7.9 <sup>b</sup>	15.6	<b>0.01</b>
<i>Crotalaria pumila</i>	107.4 $\pm$ 36.9 <sup>ns</sup>	98.8 $\pm$ 35 <sup>ns</sup>	0.29	0.8
<i>Dalea leporina</i>	62 $\pm$ 7.2 <sup>ns</sup>	44.6 $\pm$ 4.57 <sup>ns</sup>	4.16	0.07
<i>Desmodium aparines</i>	4.8 $\pm$ 0.7 <sup>b</sup>	7.6 $\pm$ 0.7 <sup>a</sup>	13.5	<b>0.01</b>
<i>Desmodium sericophyllum</i>	164.4 $\pm$ 14.7 <sup>ns</sup>	162.8 $\pm$ 29.5 <sup>ns</sup>	0	0.99
<i>Eragrostis plumbea</i>	6.2 $\pm$ 2.9 <sup>ns</sup>	11.8 $\pm$ 2.6 <sup>ns</sup>	1.9	0.1
<i>Pectis uniaristata</i>	17.8 $\pm$ 4.3 <sup>a</sup>	4.8 $\pm$ 1.07 <sup>b</sup>	8.4	<b>0.02</b>

*Eragrostis plumbea* ( $H = 5.85$ ,  $p = < 0.05$ ) (Cuadro 2). Las especies que no revelaron diferencias entre tratamiento fueron: *Cosmos sulphureus*, *Dalea leporina*, *Desmodium sericophyllum*, *D. aparines* y *Pectis uniaristata* (Cuadro 2).

Para la variable densidad también se encontró la misma tendencia y en la mayoría de las especies no se afectó su densidad por efecto de los tratamientos. Las especies que

mostraron diferencias estadísticas fueron: *Desmodium aparines*, *Pectis uniaristata*, *Cosmos bipinnatus* y *C. sulphureus* (Cuadro 3).

## Discusión

El manejo de las coberturas vegetales es un factor clave para la restauración de suelos degradados, la sucesión de las comunidades de plantas depende en gran medida de la

cobertura (Flores y Gerez, 1994). Además, uno de los principales objetivos de la restauración ecológica es acelerar el proceso de regeneración y aumentar la cobertura vegetal (Rondón y Vidal, 2005). De acuerdo a los resultados obtenidos se esperaba que las leguminosas que fueron sembradas 15 días antes de mezclarla con el resto de las especies mostrarán mayor cobertura, sin embargo, la mayoría presentó los mayores porcentajes de cobertura en ambos tratamientos, a excepción de *Crotalaria pumila* que disminuyó su dosel en el mismo tratamiento, por lo que estas especies pueden considerarse como buenas opciones para restaurar suelos en el BLP.

En la mayoría de las especies la densidad no fue afectada por los tratamientos. *Cosmos bipinnatus* presentó la densidad más alta en ambos tratamientos, las especies con mayor habilidad competitiva muestran una apropiación del espacio con mayor éxito, pero también pueden desplazar otras especies (Truman *et al.*, 2001). Sin embargo, en una de las estrategias para la restauración ecológica es promover la biodiversidad, por lo que el uso de dichas especies para promover la sucesión no es muy recomendable.

## Conclusiones

La mayoría de las especies leguminosas estudiadas en este trabajo presentaron los más altos porcentajes de cobertura y su densidad no fue afectada por la presencia de otras especies, por lo que son la mejor

opción para iniciar procesos de sucesión vegetal para restaurar suelos degradados en el Bosque La Primavera.

## Referencias bibliográficas

- Balocchi O. y J. Mansilla. 1990. Regeneración de una pradera permanente con trebol blanco (*Trifolium repens*) con diferentes niveles de competencia de la vegetación residente. *Agricultura Técnica* **50(4)**: 319-325.
- Flores, O. y P. Geréz. 1994. *Biodiversidad y Conservación en México: vertebrados, Vegetación y Uso de suelo*. CONABIO-UNAM, Mexico.
- Mortlock, W.L. 2000. Seed production areas for revegetation: an important direction for the future. *Ecological Management and Restoration* **1**: 152-153.
- Rondón J.A. y R.R. Vidal. 2005. Establecimiento de la cubierta vegetal en área degradadas (principios y métodos). *Revista Forestal Latinoamericana* **38**:63-82.
- Romo C.R.L., A. Muñoz, S.H. Contreras y J. Sánchez. 2012. Pruebas de germinación de dos herbáceas con potencial para restaurar bancos de minería a cielo abierto. *Scenia-CUCBA* **14(1-2)**:35-39.
- Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México*. Ed. Limusa, México.
- SEMARNAT. 2000. *Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna La Primavera. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas*. CONANP, D.F. México. pp. 133.
- Truman P.Y., J.M. Chase y R.T. Huddleston. 2001. Community succession and assembly. Comparing, contrasting and combining paradigms in the context of ecological restoration. *Ecological Restoration* **19**: 1-14.
- Zea J.L; Raun y W.R; Barreto, H.J. 1990. Efectos de intercalar leguminosas a diferentes fechas de siembra y dosis de fósforo sobre el rendimiento de maíz (*Zea mays* L.), Centroamérica, Panamá y El Caribe. Documento de trabajo, CIMMYT, Guatemala, Guatemala.

# Avances en el conocimiento de los macromicetos del Área Natural Piedras Bola, Mpio. de Ahualulco de Mercado, Jalisco Citar

Rosa Alejandra Zamora Valdés, María de Jesús Herrera Fonseca, Cesar Omar Torres Preciado y Olivia Rodríguez Alcántar✉

Universidad de Guadalajara, Departamento de Botánica y Zoología, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Camino Ing. Ramón Padilla Sánchez No. 2100, La Venta del Astillero, 45221, Zapopan, Jalisco, México.

✉ [oliviario@cucba.udg.mx](mailto:oliviario@cucba.udg.mx)

## Introducción

El Área Natural Protegida Piedras Bola se localiza en el municipio de Ahualulco de Mercado, Jalisco con una superficie de 260 ha, que forman parte del terreno de uso común para 49 ejidatarios en el Ejido de Santa Cruz de Bárcenas. Se ubica al Suroeste de Ahualulco de Mercado y al Norte de Ameca. Comprende un sistema montañoso perfectamente definido y limitado por los valles y zonas agrícolas de Ahualulco de Mercado, Etzatlán, San Marcos y Ameca. Forma parte de una zona más grande conocida como Sierra del Águila. La elevación va de los 900 m en la parte Suroeste hasta los 2,586 m en la cima del cerro El Águila. Se presentan básicamente tres asociaciones vegetales: bosque tropical caducifolio, bosque de *Quercus* y bosque de *Quercus-Pino*.

Entre los distintos grupos de organismos presentes en el área, se encuentran los hongos; seres vivos considerados de los más diversos y variables, los cuales desempeñan un papel ecológico importante en los procesos para la degradación y reciclado de materia orgánica, en la formación y conservación del suelo, además de ayudar a mantener el equilibrio de los ecosistemas (Pompa *et al.*, 2011). Respecto a la importancia directa que los hongos tienen para el humano, destacan los comestibles y medicinales, al igual

de otros que causan daño, como es el caso de los venenosos o parásitos de plantas. En cuanto a los hongos comestibles silvestres, son considerados un alimento sabroso y muy nutritivo, por su alto contenido en proteínas y bajo en carbohidratos o azúcares, además de aportar diversas vitaminas, principalmente del complejo B.

## Objetivos

- Contribuir al inventario micobiótico de Piedras Bola, y conocer la diversidad de macromicetos y su distribución.
- Identificar las especies de hongos con potencial de uso para los pobladores de la región.
- Elaborar una guía de hongos para divulgar la información sobre las especies más representativas o de importancia económica, generadas en este estudio.

## Materiales y métodos

Se realizaron recolectas de material fúngico durante los meses de junio a octubre del año en curso, con un total de 354 ejemplares los cuales fueron depositados en el Herbario Micológico del Instituto de Botánica de la Universidad de Guadalajara (IBUG). La mayoría de las recolectas se efectuaron

**Cuadro 1.** Lista de especies de hongos.

<b>Especie</b>	<b>Uso</b>
<i>Agaricus aff. xanthodermus</i>	
<i>Albatrellus aff. cristatus</i>	
<i>Amanita chlorinosma</i>	Venenosos/Micorrizógeno
<i>Amanita aff. citrina</i>	Micorrizógeno
<i>A. flavoconia</i>	Micorrizógeno
<i>A. cf. fulva</i>	Comestible
<i>A. gemmata</i>	Venenosos?
<i>A. cf. magnivelaris</i>	Venenosos
<i>A. rubescens</i>	Comestible/Micorrizógeno
<i>A. vaginata</i>	Comestible/Micorrizógeno
<i>A. aff. pantherina</i>	Venenosos
<i>Calvatia cyathiformis</i>	Comestible/Medicinal
<i>Cordyceps aff. capitata</i>	
<i>Boletellus russelii</i>	Comestible/Micorrizógeno
<i>Boletus flammans</i>	
<i>Cantharellus cibarius</i>	Comestible/ Micorrizógeno
<i>Clavulina aff. rugosa</i>	
<i>Craterellus cornucopiodes</i>	Comestible
<i>Dacryopinax spathularia</i>	
<i>Fistulina cf. guzmanii</i>	
<i>Fistulinella wolfeana</i>	Micorrizógeno
<i>Fomitopsis feei</i>	
<i>Ganoderma curtisii</i>	
<i>G. cf. resinaceum</i>	
<i>Gloeoporus dichrous</i>	
<i>Gymnopus dryophilus</i>	Comestible
<i>Hydnum imbricatum</i>	Micorrizógeno
<i>H. repandum</i>	Comestible
<i>Hydnochaete tabacina</i>	
<i>Inonotus fulvomelleus</i>	
<i>I. aff. cuticularis</i>	
<i>Irpex lacteus</i>	
<i>Laccaria amethystina</i>	Comestible/Micorrizógeno
<i>L. laccata</i>	Comestible/Micorrizógeno
<i>Lactarius aff. scrobiculatus</i>	
<i>Lepista nuda</i>	Comestible
<i>Macrolepiota procera</i>	Comestible
<i>Marasmius rotula</i>	
<i>Omphalotus olearius</i>	Venenosos

**Cuadro 1 (continuación).** Lista de especies de hongos.

<b>Especie</b>	<b>Uso</b>
<i>Pluteus cervinus</i>	Comestible
<i>Pseudohydnum cf. gelatinosum</i>	
<i>Psilocybe cubensis</i>	
<i>Scleroderma nitidum</i>	Micorrizógeno
<i>S. aff. texense</i>	Micorrizógeno
<i>Strobilomyces confusus</i>	Micorrizógeno
<i>Tremella cf. concrensens</i>	
<i>T. lutescens</i>	
<i>Xeromphalina tenuipes</i>	

en diferentes puntos o localidades establecidas dentro del área de estudio, realizándose una o dos salidas por semana en los meses de mayor humedad.

El estudio taxonómico de los ejemplares se basó en la descripción de las características macro y micromorfológicas del hongo. La determinación de los materiales se hizo con base en la consulta de bibliografía especializada: Bas, 1960; Guzmán (1977), entre otras. En el listado de especies que se presenta se siguió el orden taxonómico de Hawksworth *et al.* (1995) con algunas modificaciones del sistema de clasificación de Kirk *et al.* (2001).

## Resultados

Se obtuvieron un número de 354 ejemplares recolectados, de ellos 33 registros nuevos se aportan para la zona de estudio (cuadro 1), que junto a los 55 previamente reportados, suman un total de 88 taxa determinados hasta especie, y 15 como especies afines. Además 34 especímenes fueron identificados hasta género, entre estos últimos los más representados fueron: *Amanita*, *Boletus*, *Polyporus*, *Russula*, *Scleroder-*

*ma* y *Stereum*. Cabe destacar que de los 33 taxa, 14 son reportadas como comestibles silvestres, que pueden ser consumidas, entre ellas *Cantharellus cibarius* especie abundante en el área de estudio, además de tener importancia forestal, al ser micorrizógeno (cuadro 1).

Como parte de los resultados de este trabajo, se encuentra en proceso la elaboración de una guía ilustrada con fotografías a colores de los hongos del Área Natural Protegida Piedras Bola, en la que se incluirán principalmente especies comestibles, venenosas, destructoras de madera y parásitas.

## Bibliografía citada

- Bas, C. 1969. Morphology and subdivision of *Amanita* and monograph of its section *Lepidella*. *Personia* 5: 285-588.
- Guzmán, G. 1977. Identificación de los hongos comestibles, venenosos, alucinantes y destructores de la madera. Editorial Limusa, México D.F.
- Hawksworth, D.L., P.M. Kirk, B.C. Sutton & D.N. Pegler. 1994. Ainsworth & Bisby's dictionary of the fungi. 8° ed. CAB International. Cambridge.
- Kirk, P.M., P.F. Cannon, J.C. David & J.A. Stalpers. 2001- Dictionary of the fungi. CAB International, Wallingford.

Pompa A., E. Aguirre, A. Encalada, A. Anda, J. Cifuentes & R. Valenzuela. 2011. Los macromicetos del jardín botánico de ECOSUR “Dr. Alfredo Barrera Marín) Puerto Morelos, Quintana Roo. Comisión Nacional Para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.

# Propuesta sobre el desarrollo de una ruta micoturística en la Sierra de Quila Citar

Luis Villaseñor Ibarra<sup>1</sup>✉, Martha Cedano Maldonado<sup>1</sup>, Laura Guzmán Dávalos<sup>1</sup> y M.P. Ramos Suárez<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio de Micología, Departamento de Botánica y Zoología, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Camino Ing. Ramón Padilla Sánchez No. 2100, La Venta del Astillero, 45221, Zapopan, Jalisco, México, Universidad de Guadalajara. Tel: (33) 37 77 11 50 ext. 33034.

<sup>2</sup>Comité Regional de la Sierra de Quila, Tecolotlán, Jalisco.

✉ [lvillase@cucba.udg.mx](mailto:lvillase@cucba.udg.mx)

## Introducción

En el siglo XXI el turismo es una de las actividades económicas más importante del mundo; su expansión y crecimiento están fuera de toda discusión. Muchos países, entre ellos México, han reconocido en las últimas décadas los beneficios que puede aportar a la economía y al desarrollo (UNWTO World Tourism Barometer, 2009). En el año 2000, la Organización Mundial del Turismo (OMT) presentó una lista de los primeros 15 países con turismo internacional, en la que México ocupó la octava posición, y respecto a la captación de ingresos por turismo el doceavo lugar (CODHEM, 2001). Los turistas procedían el 87.2% de Estados Unidos de Norteamérica, el 4.5%, de Canadá, el 3.8% de Europa, el 1.8% de América Latina y el 2.7% de otros lugares.

Los cinco principales países europeos emisores de turistas son Alemania, España, Francia, Reino Unido e Italia, y de Latinoamérica, Brasil y Argentina. De los viajeros que visitaron México el 63.1% tuvo como principal motivo viaje de placer, el 26.6% visitas familiares y el 5.2% los negocios. Del turismo nacional no se cuenta con un procedimiento estadístico y sistematizado para cuantificar su volumen y sus características principales. Algunos datos proporcionados por el Sistema de Información Turística Es-

tatal (SITE), durante el año 2000, señalaron la presencia de 46 millones de turistas nacionales en establecimientos hoteleros de calidad turística, que tuvieron una estadía promedio de 1.99 días. Parte de la preferencia de los visitantes por México, se debe a que el país presenta un potencial enorme en materia de recursos naturales y culturales (UNWTO World Tourism Barometer, 2009).

Existen varias propuestas para organizar las diferentes actividades que se realizan como parte del turismo. Una de ellas es el ecoturismo, el cual tiene como objetivo el contacto con la naturaleza a través del desarrollo de actividades recreativas que no deterioren el entorno. Los atractivos principales son la flora y fauna presente en la zona receptiva. En este enfoque las actividades que se privilegian son la sustentabilidad, preservación, apreciación del medio (tanto natural como cultural), que acoge y sensibiliza a los viajeros. Aunque existen diferentes interpretaciones, por lo general el turismo ecológico se promueve como un turismo “ético”, en el cual también se presume como primordial el bienestar de las poblaciones locales, y tal presunción se refleja en la estructura y funcionamiento de las empresas/grupos/cooperativas que se dedican a ofrecer tal servicio (International Ecotourism Society, 2009).

Actualmente, el ecoturismo es el segmento de más rápido crecimiento y el sector más dinámico del mercado turístico a escala mundial. Este movimiento apareció a finales de la década de los 1980's y ya ha logrado atraer el suficiente interés, al punto que la ONU dedicó el año 2002 al turismo ecológico. De acuerdo al tipo de vida silvestre al que los visitantes están interesados, puede haber diferentes tipos de ecoturismo.

El micoturismo surgió en Europa, en los años 1950's, como una rama del ecoturismo, en donde los hongos son los principales actores. Sus atractivos son su diversidad de formas, colores, olores y sabores. Además de disfrutar de la belleza de estos organismos se puede disfrutar del paisaje natural en el temporal de lluvias y es posible realizar un aprovechamiento sustentable, porque es una alternativa para aumentar los ingresos económicos de los pobladores locales.

El complejo micoturístico "Río Izana" en la Provincia de Soria en España, es un ejemplo exitoso de esta actividad. Alberga un museo con un laboratorio y un jardín botánico – micológico, además se apoya con infraestructura para hospedaje y alimentación. El complejo cuenta con una Asociación de Guías Micológicos u hongueros, que se encargan de diseñar caminos o rutas señalizadas y accesibles para la recolecta de hongos. Debido a la abundancia y variedad del recurso, dentro de las actividades se incluyen degustaciones gastronómicas, así como la venta de productos de calidad, como conservas, deshidratados y congelados.

En México se practica el micoturismo solo en el poblado de Yoricostio, en Morelia, Michoacán. En dicha localidad se encuentra la Asociación de Recolectores de Hongos Yoricostio "La Villita", quienes ofrecen recorridos micoturísticos, que incluyen la observa-

ción de la flora del lugar, el reconocimiento y recolecta de hongos, se degustan platillos tradicionales y se desarrollan talleres ambientales informativos e interactivos. Otro atractivo que brindan es la oferta de productos agroforestales, muchos de los cuales los elaboran ellos mismos. Este proyecto se encuentra apoyado por instancias académicas y gubernamentales, como el Herbario de la Facultad de Biología de la Universidad de Michoacana de San Nicolás de Hidalgo y el Ayuntamiento de Morelia (Mendoza González *et al.* 2009).

En el Área Natural Protegida Sierra de Quila no existe ningún proyecto de esta naturaleza. Sin embargo, es una región con un alto potencial para llevar a cabo iniciativas de este tipo, ya que los estudios micológicos preliminares realizados en la región arrojan 159 especies (Fierros y Guzmán-Dávalos 1997, Fierros *et al.* 2000, Guzmán-Dávalos *et al.* 2009, 2011), de las cuales 39 son comestibles. El objetivo de ese trabajo es el de proponer el desarrollo de una ruta micoturística en la Sierra de Quila.

### **Materiales y métodos:**

El primer paso para elaborar la propuesta micoturística, consistió en la búsqueda de bibliografía; específicamente sobre trabajos micológicos efectuados en la región, como listados y estudios o revisiones taxonómicas. Además se revisaron investigaciones etnobiológicas y estudios ecoturísticos, en particular micoturísticos, realizados en otras regiones. Como segundo paso, se consultaron a micólogos y personas que han trabajado en Sierra de Quila, para definir si durante sus exploraciones observaron o registraron casos de aprovechamiento de especies fúngicas. Posteriormente, con la información se generó la propuesta de la ruta.

## Resultados

Con base en las investigaciones que se realizaron en la Sierra de Quila, la probabilidad de que la propuesta sea factible, es alta. Al parecer los habitantes de la región reconocen y utilizan algunas especies de hongos, lo que permite inferir que el proyecto puede ser adoptado por ellos. Como primer paso para diseñar la ruta, se sugiere rescatar el conocimiento tradicional que tienen sobre el recurso fúngico a través de la aplicación de entrevistas abiertas a los pobladores, para detectar con certeza a las personas que conocen a los hongos (hongueros), las especies que reconocen, las que utilizan y cómo las aprovechan. Posteriormente, se realizarán recolectas con los hongueros para obtener especímenes, realizar el estudio macro y micromorfológico y confirmar la determinación de las especies. Se visitarán varios sitios para detectar los más adecuados para organizar senderos para que se realice la actividad micoturística. Por otro lado, se pretende propiciar intercambios culturales entre los hongueros, tanto locales como de otras regiones del estado y del país. Además, se analizarán otras rutas establecidas con el fin de proponer, adaptar o adoptar las funciones, actividades y talleres que les han funcionado, pero que sean apropiadas a la zona.

## Discusión

Guzmán-Dávalos y colaboradores (2011) mencionaron que el recurso fúngico es abundante en el bosque de pino-encino, ya que es el que posee una mayor extensión en la región. Los hongos son, en gran parte, desaprovechados por los pobladores de la Sierra de Quila, ya que son muy pocos los hongos comestibles que conocen y consumen. Con la ruta micoturística se tiene el propósito de involucrar a los pobladores de

la región, con el fin de generar mayor interés en el aprovechamiento de los hongos, y que compartan sus conocimientos y tradiciones.

## Conclusión

Esta propuesta se plantea como una alternativa para mejorar la calidad de vida de los pobladores locales bajo un aprovechamiento sustentable. Como resultado se espera contar con una actividad ecoturística novedosa y atractiva para Jalisco, la cual si se implementa adecuadamente, puede contribuir al progreso económico y sustentable de la región de la Sierra de Quila.

## Referencias bibliográficas

- CODHEM, (nov) 2001. El turismo en el mundo (México). *Turismo ecológico* 8(52): 73-82 [publicación en línea]. Disponible desde internet en <http://www.codhem.org.mx/localuser/codhem.org/info/gacetitas/gaceta52.pdf>. [consultado el 20-04-2011].
- Fierros, M.L. y L. Guzmán-Dávalos, 1995 (1997). Inventario preliminar de los hongos macroscópicos de la Sierra de Quila, Jalisco, México. Boletín IBUG (Instituto de Botánica, Universidad de Guadalajara), Época 3, 3(1-3): 129-142.
- Fierros, M.L., J.L. Navarrete-Heredia y L. Guzmán-Dávalos, 2000. Hongos macroscópicos de la Sierra de Quila, Jalisco, México: diversidad y similitud fungística. *Revista de Biología Tropical* 48(4): 931-937.
- Guzmán-Dávalos, L., M.P. Ramos Suárez, M. Herrera-Fonseca, I. Álvarez, J. García y O. Rodríguez. 2009. Avances en el conocimiento de la microbiota del Área Natural Protegida Sierra de Quila, Jalisco. Memorias del X Congreso Nacional de Micología. Jalisco, México. Pp. 328.
- Guzmán-Dávalos, L., M.P. Ramos Suárez, M. Herrera-Fonseca, M.R. Sánchez-Jácome, O. Rodríguez, I. Álvarez, L. Villaseñor y J. García. 2011. Hongos Comestibles de Sierra de Quila, Jalisco. Memorias del I Foro de Conocimiento y Gestión del Área Natural Protegida Sierra de Quila, Tecolotlán. Jalisco, México. Pp. 63-65.

- International Ecotourism Society. 2009. <http://www.ecotourism.org/what-is-ecotourism>. [Definición tomada del sitio oficial (Inglés), 06-05-2011].
- Mendoza González, G., V. Zamora Equihua y M. Gómez-Peralta. 2009. Micoturismo en plantaciones forestales, una alternativa para el aprovechamiento y conocimiento de los hongos silvestres en Yoricostio, Michoacán. Memorias del X Congreso Nacional de Micología. Jalisco, México. Pp. 165.
- UNWTO World Tourism Barometer. (October) 2009. 7(3): 15-17 [publicación en línea]. Disponible desde internet en [http://tourlib.net/wto/UNWTO\\_Barometer\\_2009\\_03.pdf](http://tourlib.net/wto/UNWTO_Barometer_2009_03.pdf) [consultado 06-05-2011].

# Diseño, construcción y operación de una cámara de fructificación de hongos comestibles con fines didácticos y de investigación Citar

Alejandro Canale Guerrero<sup>1</sup>✉ y Alejandra Sánchez-Martínez<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Salud Pública, <sup>2</sup>Estudiante del cuarto semestre de la Licenciatura en Ciencia de los Alimentos. Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Camino Ing. Ramón Padilla Sánchez No. 2100, La Venta del Astillero, 45221, Zapopan, Jalisco, México.

✉ [cga35024@cucba.udg.mx](mailto:cga35024@cucba.udg.mx)

## Objetivo

Diseñar, construir y operar una cámara de fructificación de hongos, aséptica y económica, con propósitos de enseñanza e investigación, en el área de Biotecnología para el Cultivo de Hongos Comestibles.

## Introducción

Existen desarrollos tecnológicos en materia de cámaras de incubación de macromicetos, desde cámaras rústicas (hasta las más complicadas con sistemas de refrigeración, difusión de aire y conservación de atmósferas con humedad relativa perfectamente controladas (Gaitan-Hernández et al, 2006; Mendoza, 2002). Sin embargo, el desarrollo que aquí se describe se realizó en base a las necesidades de la Licenciatura en Ciencia de los alimentos para implementar una cámara que cubriera los requisitos mínimos de asepsia, de resolver el problema de infestación de mosquitas en el sustrato, la invasión de cucarachas y ratones y el desarrollo de mohos y que, al mismo tiempo mantuviera las condiciones ambientales necesarias para el desarrollo de los carpóforos, tales como una humedad relativa (rH) alta (80-95%), una corriente de aire filtrado adecuada para remover el CO<sub>2</sub> generado, períodos de iluminación de 6 a 12 h; temperatura de 21-

23 °C y que adicionalmente, fuera económica.

Los primeros ensayos eran realizados dentro de un cuarto con temperatura constante de 20 °C y fotoperíodos controlados, usando una fuente de luz fluorescente (Canale & Reynolds, 2008). Posteriormente, las investigaciones se desarrollaron en primavera, otoño e invierno, más una fuente de luz azul de 15 W para economizar el proceso.

La importancia de la construcción de una cámara económica y aséptica atiende las necesidades de docencia e investigación en el área de Biotecnología para el Cultivo de Hongos Comestibles.

## Materiales y metodología

Se utilizó una caja de plástico de las siguientes dimensiones: 54 cm de largo x 35 cm de ancho x 38 cm de altura a la cual se le practicó un hoyo de 4 cm de diámetro, en un costado a la altura de la base, para alojar un tapón de hule que lleva incrustado un tubo de vidrio de 4 mm de diámetro externo y adaptada, una manguera de hule látex, que se encuentra conectada a una bomba de acuario para lograr un flujo de aire continuo dentro de las cámara. La cámara tiene en su interior, en la base, 3 L de una solu-

ción saturada de sulfato de amonio en agua, que conserva una rH de 80-85 % dentro de la cámara cuando se encuentra cerrada con una tapa de vidrio que reposa sobre un empaque para lograr la hermeticidad. La tapa de vidrio tiene un hoyo de 4 cm de diámetro que aloja un tapón de hule con una trampa de vapor para conservar la humedad dentro de la cámara pero permitir la salida de aire (Fig. 1). Los frascos o las bolsas conteniendo sustrato (paja de trigo, aserrín, rastrojo de maíz, etc..) con el micelio de hongo ya desarrollado, se colocan con perforaciones (las bolsas) o destapados (los frascos), sobre una rejilla sustentada sobre la solución de sulfato de amonio (Fig. 2). La fuente de luz proviene de un pequeño foco de 15 W (Fig. 3), conectado a un temporizador eléctrico que ilumina el micelio del interior con fotoperíodos de 6 h (Fig. 4) y se encuen-

tra colocado sobre la tapa de vidrio que es transparente. Para evitar que la luz del exterior pueda afectar los ciclos de iluminación, se ha cubierto la tapa de vidrio con papel aluminio.

Para evaluar el efecto de las condiciones ambientales de la cámara, en la fructificación del micelio, se esterilizaron (15 psi/15 min) varios frascos de 500 ml de capacidad (18 cm x 8 cm) conteniendo 300 g de sorgo y 25% de agua destilada.

Una vez fríos los frascos, se inocularon con 8 círculos de Papa Dextrosa Agar de 2 cm de diámetro con crecimiento del micelio de *Pleurotus ostreatus* contenido en cajas de Petri y desarrollado previamente a 28°C durante 1 semana. Estos frascos se incubaron a 28°C en la oscuridad. Después

Figura 1.

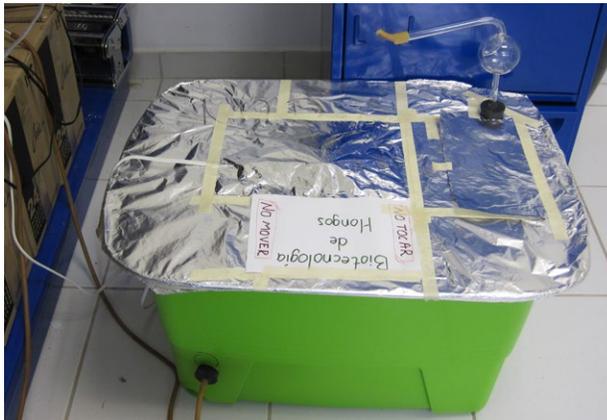


Figura 2.

Figura 3.



Figura 4.

de 15 días, desarrollaron micelio y fueron el inóculo (micelio) para 6 frascos (18 cm x 8 cm) conteniendo sustrato (3 con paja de trigo y 3 con aserrín) adicionados, todos de agua destilada (20%) los cuales fueron previamente pasteurizados a 65 °C/30 min. El sustrato ya frío, contenido en las botellas anteriores fue inoculado asépticamente, con el micelio de los frascos con sorgo. Las botellas con los sustratos mencionados ya inoculados, se incubaron a 28 °C en la oscuridad durante 3 semanas. Una vez desarrollado el micelio se destaparon y metieron a la cámara de fructificación, previamente estabilizada a una rH de 80% y temperatura de 21 °C (registrados con un higrometro digital) y con períodos de iluminación de 6 h.

El costo de construcción de la cámara sin IVA se reduce a \$ 800.00 sin considerar el consumo de servicios como energía eléctrica y gas.

### Resultados

Después de 15 días de incubación dentro de la cámara de fructificación, se observó el desarrollo de cuerpos fructíferos de *Pleurotus ostreatus*, en c/u de los 3 frascos con paja de trigo. (Figs. 5, 6, 7 y 8).

Los frascos con aserrín no mostraron desarrollo de carpóforos, aún a los 30 días de incubación.

Figura 5.



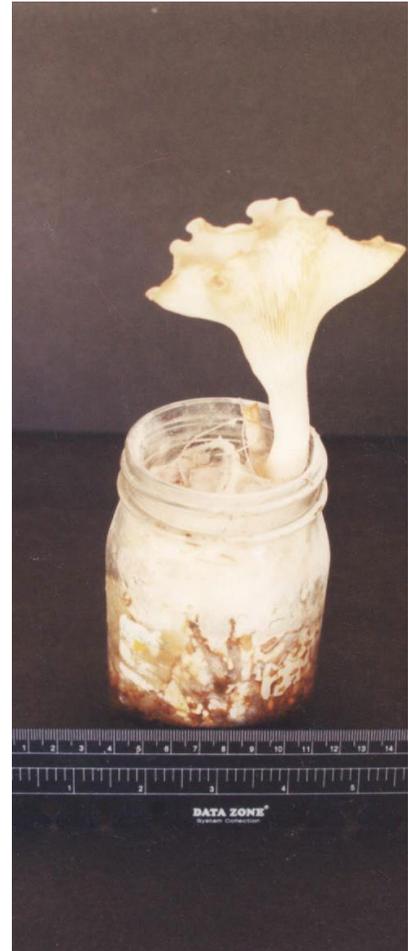
Figura 6.



Figura 7.



Figura 8.



## Discusión

La cámara de fructificación, ha permitido una operación higiénica, evitando la entrada de insectos y roedores y la consecuente contaminación con mohos. Esto, aunado al control de humedad, ventilación, tipo y ciclos de iluminación, ha favorecido el desarrollo de carpóforos de *Pleurotus ostreatus*. Sin embargo, el hecho de que éstos presenten un estípite alargado significa que se requiere de más ventilación y mayor cantidad de luz. Es probable que la ausencia de carpóforos en el aserrín se haya debido a la falta de condiciones ambientales favorables para el hongo, en este sustrato. Además la cámara carece de un sistema de refrigeración que le permita mantener temperaturas más bajas de 20°C lo que limita su uso a las estaciones de primavera, otoño e invierno.

## Conclusión

El presente estudio ha mostrado la utilidad de controlar la asepsia, la entrada de fauna nociva y los parámetros de rH, ventilación,

tipo y ciclos de iluminación a nivel laboratorio, lo cual es básico para poder escalar a otras dimensiones. Estos factores ambientales, al igual que la temperatura requieren optimizarse, controlarse y conseguir su versatilidad para poder desarrollar carpóforos de varias especies que nos permitan un mejor rango de calidad alimentaria y la posibilidad de realizar estudios sobre la bioquímica de la morfogénesis en diversas especies hongos comestibles.

## Literatura citada

- Canale-Guerrero, A. & Alan J. Reynolds. 2008. Growth of *Antromycopsis smithii* and *Pleurotus ostreatus* in Solid Culture. *Estudios de la Ciénega. Transdisciplinary Journal for Development*. Año 9, (17):171-183 [ISSN: 1665-0646]
- Gaitan-Hernández R., Dulce Salmones, Rosalía Pérez-Merlo, Gerardo Mata. 2006. *Manual Práctico del Cultivo de Setas. Aislamiento, siembra y producción*. Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, Veracruz, México.
- Mendoza, C. G. (2002). El cultivo de los hongos superiores comestibles, un recurso de desarrollo ineludible en el s. XXI. En: *Anales de la Real Academia Nacional de Farmacia* (No. 4, pp. 753-776). Real Academia Nacional de Farmacia. España

# Estructura poblacional, diversidad y diferenciación genética de *Magnolia pugana* (Magnoliaceae) Citar

Ahtziri Socorro Carranza Aranda<sup>1</sup>, Miguel Ángel Muñoz Castro<sup>2</sup>✉ Luz Patricia Castro Félix<sup>1</sup>, Anne Santerre<sup>1</sup>, José Antonio Vázquez García<sup>2</sup>, Ana Teresa Nuño Rubio<sup>2</sup> y Nayeli Alejandra Pirita Calleros<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Biología Celular y Molecular. <sup>2</sup>Departamento de Botánica y Zoología. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Camino Ing. Ramón Padilla Sánchez No. 2100, La Venta del Astillero, 45221, Zapopan, Jalisco, México, Universidad de Guadalajara.

✉ [mca44083@cucba.udg.mx](mailto:mca44083@cucba.udg.mx)

## Introducción

La familia Magnoliaceae tiene una gran importancia en la historia evolutiva de las angiospermas, ya que presenta caracteres considerados entre los más basales en la diversificación de este grupo (Kim *et al.* 2001). Actualmente la mayoría de las especies de esta familia habitan en las zonas tropicales y templadas del sureste Asiático, el resto en el sureste de Norteamérica, América Central y el norte de Sudamérica. Las especies de *Magnolia* han sobrevivido en cañadas húmedas, con relictos de Bosque Mesófilo de Montaña (BMM), predominantemente fragmentados, que forman patrones de “archipiélagos” en distintas regiones de América tropical, que han fungido como refugios de la flora ante los abruptos cambios climá-

ticos acontecidos principalmente durante el Pleistoceno (Vázquez *et al.* 1995).

*Magnolia pugana* es una planta de porte arbóreo, perenne y presenta una altura entre 15-20 (30) m, sus hojas son angostas, oblongas a lanceoladas y la flor presenta sépalos anchamente elípticos y pétalos externos anchamente elípticos a suborbiculares (Figura 1) (Vázquez *et al.* 2002). *Magnolia pugana* es endémica del centro del estado de Jalisco y sur de Zacatecas. El hábitat de *Magnolia pugana* está asociado a arroyos o manantiales permanentes y no tanto a la presencia de niebla como otras especies de *Magnolia*. *Magnolia pugana* se encuentra expuesta a un mayor estrés hídrico en relación a los otros taxa del complejo *Magnolia pacífica* A. Vázquez al que pertenece y

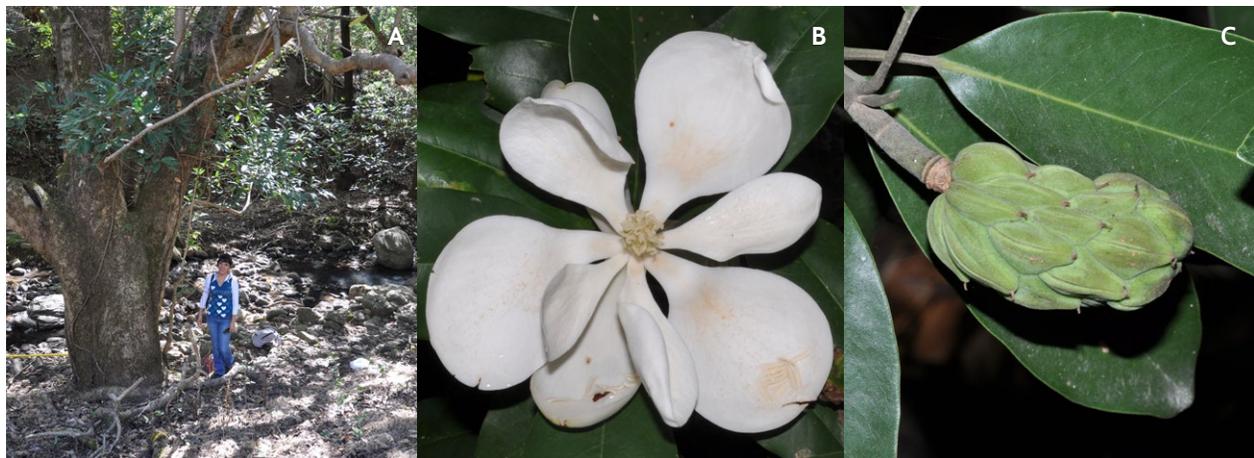


Figura 1. *Magnolia pugana* del Arroyo La Virgen, Zapopan: a) Árbol adulto; b) Flor; c) Fruto y hojas.

presenta una mayor fragmentación en una matriz de áreas más secas estacionales, esto aunado a un área de distribución restringida son las razones de que *M. pugana* esté catalogada en peligro crítico de extinción en la Lista Roja de la IUCN (Cicuzza *et al.* 2007). Se desconocen los niveles de diversidad y diferenciación genética poblacional de esta especie. El estudio genético de las poblaciones permite entender el efecto diferencial de los mecanismos micro-evolutivos que regulan, en última instancia, la dinámica demográfica, además de la estructura genética de las poblaciones (Hamrick y Godt 1996). La diversidad genética y la estructura poblacional determinan la capacidad de respues-

ta de una especie a los cambios ambientales (Frankham *et al.* 2002) por lo que los objetivos del presente trabajo son el estudio de estos aspectos en *Magnolia pugana*.

## Materiales y métodos

### Área de estudio

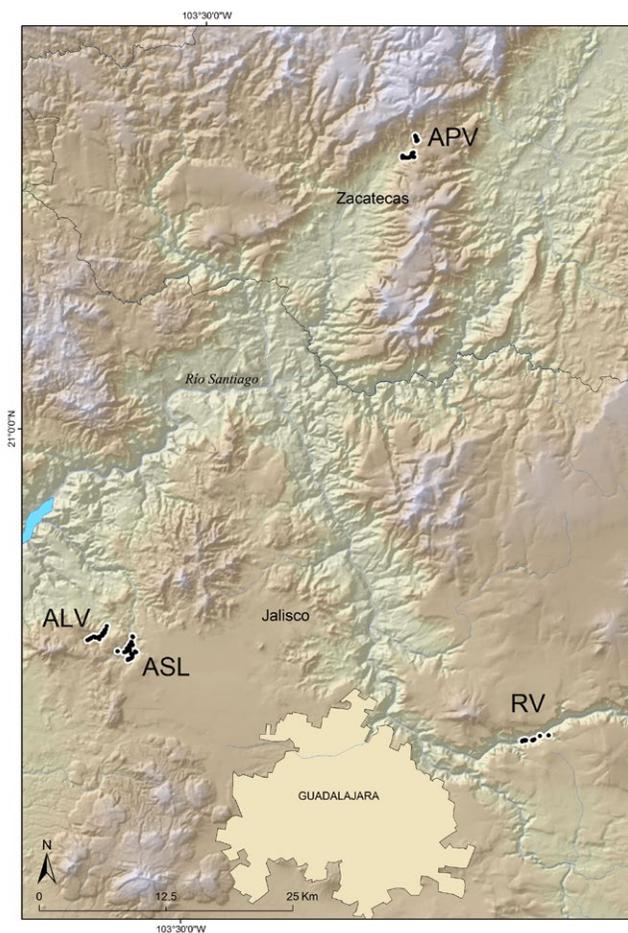
El presente estudio se realizó en cuatro poblaciones representativas de la mayor parte del área de extensión conocida de la especie *M. pugana*, la cual comprende la región central de Jalisco y la región sur de Zacatecas, una extensión aproximada de 60 × 80 km (4,800 km<sup>2</sup>), entre los meridianos 103° 05' y 103° 40' W y los paralelos 20° 38' y 21° 22' N (Figura 2). Es una zona de valles, cañadas y barrancas dominada por bosque tropical caducifolio, bosque de encino y pino, pastizales inducidos, cultivos y vegetación de galería en arroyos y ríos (Figura 3).

### Densidad y estructura poblacional

En cada una de 4 poblaciones estudiadas se seleccionaron tres sitios para medir variables estructurales de la población (densidad, tallos, diámetro a la altura del pecho y altura de los árboles) dentro de diez círculos de 100 m<sup>2</sup> aleatoriamente estratificados.

### Colecta y extracción de DNA

Se colectaron hojas frescas de 126 árboles representativos de las cuatro poblaciones silvestres de *M. pugana* (Cuadro 1). Los árboles fueron seleccionados al azar y se encontraban separados por al menos 100 m. Las muestras se mantuvieron en sílica gel a temperatura ambiente hasta su llegada al laboratorio, donde se almacenaron a 4 °C hasta la extracción del DNA. La extracción se llevó a cabo con el protocolo de Cota-Sánchez (2006) con ligeras modificaciones. Se determinó la concentración y la calidad de DNA de las muestras.



**Figura 2.** Localización geográfica de las cuatro poblaciones de *Magnolia pugana* muestreadas para determinar estructura, diversidad y diferenciación genética. Mapa elaborado por Viacheslav Shalisko y Miguel Ángel Muñiz Castro.



**Figura 3.** Poblaciones estudiadas: a) Río Verde, Zapotlanejo, Jal.; b) Palo Verde, Mezquital del Oro, Zac.; c) Arroyo San Lorenzo, Zapopan, Jal.; d) Arroyo La Virgen, Zapopan, Jal.

**Cuadro 1.** Localización y número de individuos muestreados de las poblaciones de *Magnolia pugana*.

Especie	Población	Localización	Código	N
<i>M. pugana</i>	Arroyo La Virgen	Zapopan, Jal.	ALV	35
	Arroyo San Lorenzo	Zapopan, Jal.	ASL	30
	Río Verde	Zapotlanejo, Jal.	RV	31
	Arroyo Palo Verde	Mezquital del Oro, Zac.	APV	30
<b>Total</b>				126

\*Número de muestras.

**Marcadores moleculares (ISSR-PCR)**

En una etapa inicial, se tamizaron treinta nueva iniciadores anclados en DNA genómico de cinco muestras de *M. pugana*. La reacción en cadena de la polimerasa (PCR) se llevó a cabo en un volumen final de 20 µL y la reacción contenía 50 ng of DNA genómico, 1X amortiguador de PCR, 2.5 mM MgCl<sub>2</sub>, 0.2 mM de dNTPs, 1 µM de cada

iniciador, y 0.75 U Taq polimerasa (Invitrogen). La amplificación se realizó en un termociclador programado para un paso de desnaturalización inicial de 3 min a 95 °C y 40 ciclos con los siguientes pasos: 45 s a 95 °C; 45 s a 50, o 60 °C; y 2 min a 72 °C. Finalmente, un paso de extensión a 72 °C por 10 min. Los productos de la amplificación se separaron en geles de agarosa al 2%

**Cuadro 2.** Características de los fragmentos generados con los iniciadores 855, 857 y 810 en *Magnolia pugana*.

Iniciadores	TB <sup>a</sup>	Tamaño (pb)	BP <sup>b</sup>	PPB <sup>c</sup> (%)
855	11	340-1800	5	45
857	17	320-870	11	65
810	16	390-1350	5	31
<b>Total</b>	<b>44</b>		<b>21</b>	<b>48</b>

<sup>a</sup> Total de fragmentos. <sup>b</sup> Fragmentos polimórficos. <sup>c</sup> Porcentaje de fragmentos polimórficos.

(dos partes de agarosa ultrapura por una parte de agarosa de bajo punto de fusión), se visualizaron con bromuro de etidio y se fotografiaron bajo luz ultravioleta con un sistema de fotodocumentación Kodak (Kodak ID Image Analysis Software versión 3.5). Con base en el patrón de amplificación se seleccionaron tres iniciadores (Cuadro 2) y se llevaron a cabo PCRs por duplicado con diez muestras seleccionadas al azar con el objetivo de comprobar la reproducibilidad de la PCR. Se utilizó un marcador de DNA de 100 pb para estimar la longitud de los fragmentos.

#### Análisis de datos

Se realizaron ANOVAs para comparar la variación en estructura de las poblaciones. Para el análisis de diversidad genética, se registró la presencia o ausencia de las bandas reproducibles. Se construyó una matriz de datos binarios por población, fragmentos con el mismo tamaño fueron considerados como un mismo locus. Se utilizaron los programas POPGENE v. 1.31 (Yeh *et al.* 1999) y TFGA (Miller 1997) para estimar los índices de diversidad y diferenciación genética y generar un dendrograma UPGMA (acrónimo de unweighted pair-group method of cluster analysis). La prueba de Mantel se empleó para investigar la correlación entre distancias geográficas y distancias genéticas poblacionales.

## Resultados

### Densidad y estructura poblacional

De acuerdo a los ANOVAs realizados las variables estructurales de las poblaciones (densidad de individuos/0.1 ha, densidad de tallos (ramas)/0.1 ha, el área basal, la altura media y la altura máxima) no variaron entre las cuatro poblaciones (Cuadro 3).

### Diversidad genética

Se registraron un total de 44 bandas con un tamaño de 320 a 1800 pb, 21 fueron polimórficas. El número de bandas por iniciador varió de 11 a 17. El iniciador 857 mostró el mayor porcentaje de polimorfismo (65%). Asumiendo equilibrio de Hardy Weinberg, la población de RV presentó los niveles más bajos de variación genética (Cuadro 4), mientras que APV mostró los niveles más altos, el valor de diversidad genética intrapoblacional ( $H_s$ ) fue de 0.101 (Cuadro 5). A nivel de especie los parámetros de diversidad genética total fueron  $P=32\%$ ,  $H_t=0.163$ ,  $I=0.186$ .

### Diferenciación, distancias genéticas y dendrograma

El nivel de diferenciación genética fue alto (Cuadro 5), con solamente un migrante por generación. Las distancias genéticas entre las poblaciones variaron entre 0.049 a 0.0906. La menor distancia genética corresponde a ALV y ASL, poblaciones que a su vez presentaron la menor distancia geográfica. La prueba de Mantel mostró una co-

**Cuadro 3.** Resultados del Análisis de varianza de una vía de las variables estructurales de las cuatro poblaciones de *Magnolia pugana*.

Variabes de respuesta	Fuente	GL <sup>a</sup>	SC <sup>b</sup>	CM <sup>c</sup>	F	P	Pobl.	N <sup>g</sup>	X <sup>h</sup>	SD <sup>i</sup>
Densidad (ind/0.1 ha)	Población	3	1115	372	1.6	0.25	ALV	3	9	1
	Error	8	1809	226			APV	3	33.7	26.4
	Total	11	2924				ASL	3	17.0	12.8
							RV	3	11.3	6.7
Densidad (tallos/0.1 ha)	Población	3	1261	420	1.6	0.27	ALV	3	20.3	5.7
	Error	8	2135	267			APV	3	42.3	28.0
	Total	11	3396				ASL	3	21.7	12.5
							RV	3	15.7	9.6
Área basal (m <sup>2</sup> /0.1 ha)	Población	3	3.86	1.3	1.3	0.34	ALV	3	1.3	0.1
	Error	8	8.02	1			APV	3	2.4	1.7
	Total	11	11.88				ASL	3	0.8	0.7
							RV	3	1.3	0.9
Altura media (m)	Población	3	23.7	7.9	1.6	0.26	ALV	3	9.6	1.5
	Error	8	39.52	4.9			APV	3	8.6	2.5
	Total	11	63.22				ASL	3	7.2	3.2
							RV	3	11.0	0.9
Altura máxima promedio (m)	Población	3	88.7	30	1.4	0.30	ALV	3	16	2.6
	Error	8	165.3	21			APV	3	23	5.8
	Total	11	254				ASL	3	19	6.1
							RV	3	18	2.3

<sup>a</sup> Grados de libertad. <sup>b</sup> Suma de cuadrados. <sup>c</sup> Cuadrado medio. <sup>g</sup> Número de sitios. <sup>h</sup> Promedio. <sup>i</sup> Desviación estándar.

relación positiva, no significativa ( $r=0.514$ ,  $p=0.319$ ). En el dendrograma UPGMA se observan dos grupos, el primer grupo formado por ALV y ASL y el segundo por RV y APV (Figura 4).

## Discusión

La forma de vida, distribución geográfica, mecanismos de reproducción y de dispersión de semillas de las plantas son factores que afectan los niveles de variación genética y la distribución de la misma. Adicionalmente, fluctuaciones en el número y tamaño de las poblaciones y los procesos de biogeografía y especiación juegan un papel

importante en la composición genética de una especie (Hamrick y Godt 1996). La fragmentación de relictos de Bosque Mesófilo de Montaña en el occidente de México ha ocasionado una reducción en el número y tamaño de las poblaciones de *M. pugana*, de tal manera que las poblaciones se encuentran aisladas y fragmentadas.

Los resultados de este trabajo muestran índices de variación bajos en *M. pugana*. Estos valores son menores que los reportados en *M. officinalis* ( $H=0.342$ ), *M. sharpii* ( $I=0.56$ ) y *M. schiedeana* ( $I=0.5$ ) con ISSRs (Newton *et al.* 2007, Hua-Hui *et al.* 2011) y similares a los de *M. catchcartii* con AFLPs (Xue-Me *et al.* 2010). A nivel

**Cuadro 4.** Índices de diversidad genética de las poblaciones de *Magnolia pugana*.

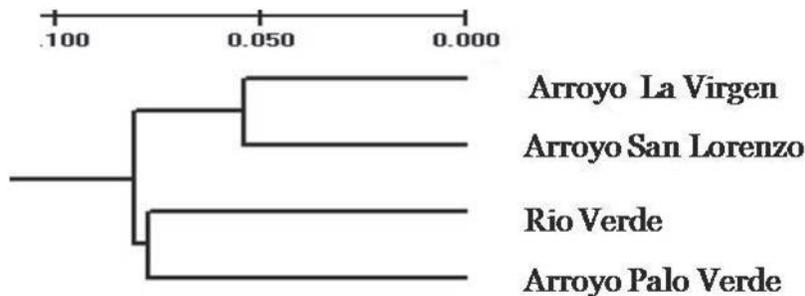
Especie	Población	P <sup>a</sup>	He <sup>b</sup>	I <sup>c</sup> (SD)
<i>M. pugana</i>	ALV	23	0.096	0.136 (0.257)
	ASL	29	0.108	0.155 (0.255)
	RV	20	0.058	0.090 (0.191)
	APV	29	0.131	0.181 (0.288)

<sup>a</sup>Polimorfismo. <sup>b</sup>Heterocigosidad (Índice de diversidad de Nei). <sup>c</sup>Índice de Shannon.

**Cuadro 5.** Índices de diversidad y diferenciación genética de *Magnolia pugana*.

Especie	Ht <sup>a</sup>	Hs <sup>b</sup>	Gst <sup>c</sup>	Φst <sup>d</sup>	Nm <sup>e</sup>
<i>M. pugana</i>	0.163	0.101	0.322	0.38	1

<sup>a</sup>Diversidad total. <sup>b</sup>Diversidad intrapoblacional. <sup>c</sup>Índice de diferenciación. <sup>d</sup>Índice de diferenciación de Weir y Cockerham's. <sup>e</sup>Número de migrantes.

**Figura 4.** Dendrograma de distancias genéticas de las cuatro poblaciones estudiadas de *M. pugana*.

poblacional los menores valores de diversidad se observaron en las poblaciones con menor densidad poblacional (ALV y RV). Estos resultados coinciden con numerosos estudios teóricos y empíricos que predicen que una reducción en el tamaño efectivo de las poblaciones y un mayor aislamiento por fragmentación del hábitat pueden conducir a erosión genética a través de la deriva génica, aumento en la endogamia, restricción del flujo genético y reducción de las tasas de inmigración (Hua-Hui *et al.* 2011).

Los índices de diferenciación genética ( $G_{st}$  y  $\Phi_{st}$ ) sugieren un alto nivel de diferenciación genética. El aislamiento geográfico de las poblaciones podría explicar estos resultados, ya que las poblaciones de *M. pu-*

*gana* sólo se encuentran en arroyos y manantiales permanentes (Vázquez-García *et al.* 2002), aisladas por una matriz de vegetación más seca (bosque tropical caducifolio y bosque de robles). Los resultados de la prueba de Mantel no sugieren que el grado de diferenciación poblacional aumente con una mayor distancia geográfica, es probable que factores como la deriva génica tengan un efecto importante en la diferenciación poblacional.

Los resultados preliminares presentados en este trabajo muestran la utilidad de los marcadores ISSR en el estudio de la diversidad genética de *M. pugana*. El análisis con un mayor número de marcadores ISSR permitirá una mejor evaluación de la variación

y diferenciación genética poblacional con el objetivo de preservar esta especie de magnolia.

## Conclusión

El estudio de *Magnolia pugana* con marcadores ISSR mostró niveles bajos de diversidad genética y una alta diferenciación poblacional.

## Literatura citada

- Cicuzza, D., A. Newton y S. Oldfield. 2007. *The Red List of Magnoliaceae*. Fauna & Flora International. Cambridge, U. K. 52 p.
- Cota-Sánchez, J., K. Remrchuk y K. Ubayasena. 2006. Ready to use DNA extracted with CTAB method adapted for Herbarium specimens and mucilaginous plant tissue. *Plant Molecular Biology Reporter* 24: 161-167.
- Frankham, R., J. Ballou y D. Briscoe. 2002. *Introduction to conservation genetics*. Cambridge University Press. New York. 617 p.
- Hamrick, J. y M. Godt. 1996. Effects of life history traits on genetic diversity in plant species. *Philosophical Transactions of the Royal Society B London* 351: 1291–1298.
- Kim, S., C. W. Parks, Y. D. Kim y Y. Suh. 2001. Phylogenetic relationships in family Magnoliaceae inferred from ndhF sequences. *American Journal of Botany* 88: 717-728.
- Miller, M.P., 1997. *Tools for Population Genetic Analysis (TFPGA)*, Versión 1.3. Department of Biological Sciences, Northern Arizona University, Arizona, USA.
- Vázquez, J. A., R. Cuevas, T. S. Cochrane, H. H. Iltis, F. Santana y L. Guzmán. 1995. *Flora de Manantlán. Plantas vasculares de la Reserva de la Biósfera Sierra de Manantlán Jalisco-Colima, México*. Sida. Botanical Miscellany No. 13. Botanical Research Institute of Texas, Inc. Fort Worth, TX. 315 pp.
- Vázquez, A., S. Carvajal y L. Hernández. 2002. *Magnolia pugana* (Magnoliaceae): una nueva combinación en el complejo *M. pacifica*. *NOVON* 12:137-141.
- Yeh, F., R., Yang, T., Boyle. 1999. POPGENE Version 1.32. Microsoft Window-based freeware for Population Genetic Analysis. Molecular Biology and Biotechnology Center, University of Alberta, Canada.

# Pruebas de viabilidad e imbibición en semillas de dos poblaciones de *Magnolia pugana* especie endémica del centro de México Citar

César Jacobo Pereira<sup>1</sup>, Rosa de Lourdes Romo Campos<sup>2</sup>✉ y Karla Denisse García Castro<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Estudiante de la Licenciatura en Biología. <sup>2</sup>Profesor del Departamento de Ciencias Ambientales. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Camino Ing. Ramón Padilla Sánchez No. 2100, La Venta del Astillero, 45221, Zapopan, Jalisco, México, Universidad de Guadalajara. (33) 37771150 ext. 33152.

✉ rlr.cucba@gmail.com

## Introducción

La familia Magnoliaceae se encuentra distribuida en el territorio nacional, principalmente en los bosques mesófilos (Vázquez, 1994). Varias especies son endémicas debido a las condiciones climáticas y biogeográficas donde se distribuyen (González-Eli-zondo *et al.*, 2012). Ésta familia cuenta con 12 géneros y 220 especies de árboles y arbustos y el género *Magnolia* el más numeroso con 80 especies (Cronquist, 1981). Las poblaciones de éste género registradas en la Sierran Madre Occidental (SMO) muestran una gran variabilidad, debido a su distancia geográfica y/o ambiental. Además, el fenómeno climático contribuye favorablemente a dicha variación y especiación tanto morfológica como ecológica (González-Eli-zondo *et al.*, 2012). *Magnolia pugana* H.H. litis & A. Vázquez, es una especie endémica que se distribuye en bosques de galería en las barrancas del sur de Zacatecas y Norte de Jalisco (Vásquez 1994; Vázquez *et al.*, 2002). Vázquez y colaboradores (2002). Antes de 1994 *M. pugana* no se consideraba como una especie distinta por la falta de estudios taxonómicos, estaba identificada como una subespecie del complejo *M. pacifica* (Vázquez, 1994). Instancias internacionales consideraron a *M. pacifica* subespecie *pugana* con categoría de especie en riesgo de extinción (IUCN, 1997).

Estudios más recientes de Vázquez y colaboradores (2002), integraron suficientes elementos en la descripción de la especie para considerarla como independiente de *M. pacifica*. Además, estos mismos autores argumentan que es la única especie en Zapopan, Jalisco, en peligro de extinción, debido principalmente a sus poblaciones reducidas y distribución restringida (Vázquez *et al.*, 2002). A pesar de la importancia de esta especie, no se conocen procesos básicos de su historia de vida como características relacionadas con la fisiología de la germinación entre ellas la viabilidad, tipo de latencia, e imbibición, entre otras. El objetivo de este trabajo fue conocer la viabilidad y patrones de imbibición de semillas de *M. pugana* de dos poblaciones diferentes.

## Materiales y métodos

### Descripción de los sitios de colecta de semillas

Las semillas fueron colectadas en dos poblaciones localizadas en el municipio de Zapopan, Jalisco. La primera población está compuesta por 18 individuos que fueron plantados en los años 90, se encuentra en el Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias con coordenadas 20° 44' 53.6" N 103° 30' 52.2" W, a una altitud de 1659 m. La segunda población está ubicada en la población de San Lorenzo con coor-

denadas 20° 49' 18.2" N, 103° 33' 08.3" W a una altitud de 1467 m, se encontró en la rivera del río (Arroyo Los Pajaritos), es una población silvestre compuesta aproximadamente de 80 individuos.

#### Variables ambientales

En cada sitio de estudio, en enero de 2012 se evaluaron la temperatura (°C), humedad relativa (%), utilizando dispositivos portátiles HOBO (H08-004-02, Onset Computer Corporation, Massachuset, U.S.A.). Además, se registró la densidad del flujo de fotones para la fotosíntesis (DFFF en  $\mu\text{mol s}^{-1}$ ), con un Quantum LI-250 Light Meter (Li-Cor Inc. Lincoln, Nebraska, U.S.A.).

#### Colecta de semillas

Las semillas se colectaron de frutos maduros de 10 individuos adultos con el propósito de incluir variación genética. Los frutos que estaban a punto de madurar fueron envueltos en papel estraza para acelerar su maduración. Las semillas fueron extraídas manualmente y se conservadas en un medio bien ventilado y húmedo a dentro de un refrigerador (MABE, modelo: rmt1951xmx) y se expusieron a un periodo frío-húmedo (4-5 °C) durante tres meses (Saldaña *et al.*, 2001).

#### Pruebas de viabilidad

Las pruebas de viabilidad se realizaron en 30 semillas por cada población. Las semillas fueron cortadas trasversalmente y sumergidas en una solución de tetrazolium al 1% de 24 a 48 horas en una estufa de incubación a 30 °C. Los embriones que mostraron un color rojo profundo fueron considerados como viables, los obtuvieron un color rosa tenue se registraron como viables con bajo vigor y los que no adquirieron ninguna coloración se consideraron como no viables (Yaklich y Kulik, 1979).

#### Pruebas de imbibición

Las semillas se sumergieron en agua destilada por 24 horas con el objetivo de eliminar el arilo que rodea a la semilla. Fueron secadas y pesadas para obtener el peso inicial, después se fueron en agua durante intervalos de 12 a 72 horas o hasta llegar a peso constante, una vez terminada la prueba serán secadas en un horno a 72 °C hasta obtener peso constante.

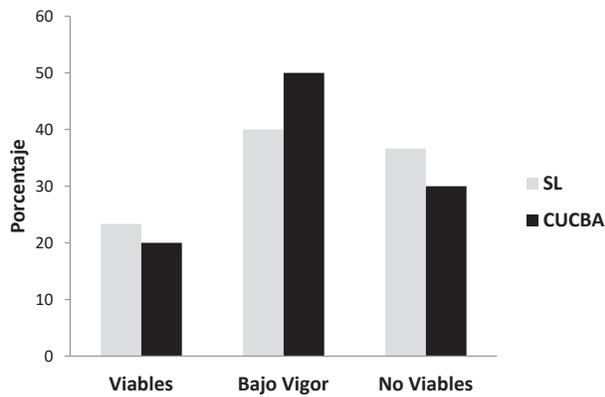
#### Análisis estadístico

Los resultados de la viabilidad se analizarán por medio de una  $X^2$ , el número de semillas viables y no viables como factor de columna y el sitio como factor de hilera. Los resultados de la prueba de imbibición fueron analizados mediante ANOVA de una vía, tomando como tratamiento los sitios, previo al análisis fueron transformados con aplicando la función arcoseno (Soka y Rohlf, 1995). Las diferencias entre tratamientos fueron analizadas utilizando la prueba de comparación múltiple de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ). Todos los análisis se realizaron con el paquete estadístico STATISTICA, versión 10 (2010).

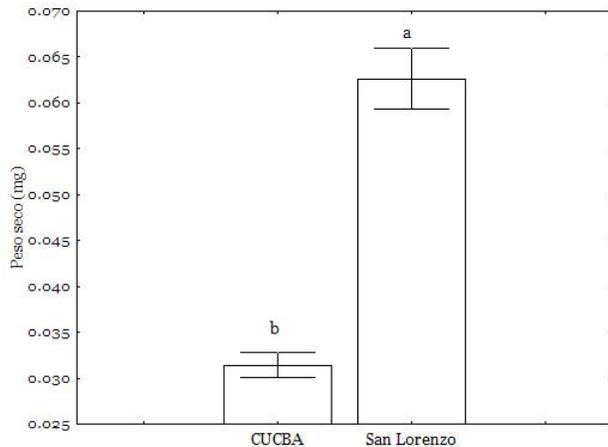
#### Resultados

Las semillas de ambas poblaciones presentaron baja viabilidad. Sin embargo, el análisis de la viabilidad mostró diferencias significativas ( $X^2 = 36.83$ ,  $p = < 0.001$ ) hubo menos semillas viables que las esperadas, entre el 80% y el 77% de las semillas del CUCBA y San Lorenzo, respectivamente no fueron viables. Sin embargo entre sitios no hubo diferencia ( $X^2 = 2$ ,  $p = > 0.05$ ) (Fig. 1).

En el análisis ANOVA para la imbibición no se encontraron diferencias significativas entre sitios ( $F = 0.866$ ,  $p = > 0.05$ ), las semillas de ambos sitios mostraron el mismo pa-



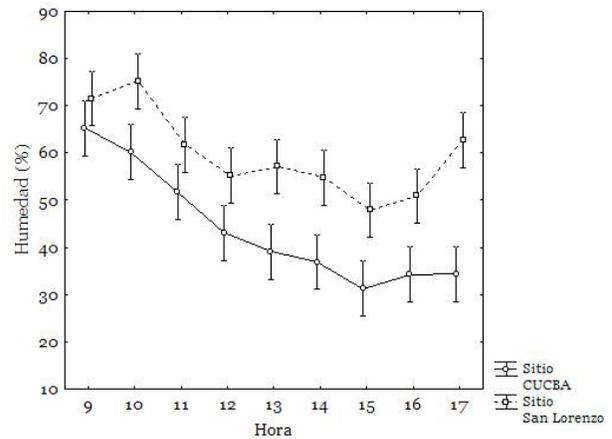
**Figura 1.** Porcentaje de viabilidad en semillas de *M. pugana* en dos poblaciones: San Lorenzo (SL) y Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CUCBA).



**Figura 2.** Peso seco  $\pm$  EE (mg) de semillas de *M. pugana* colectadas en dos poblaciones: San Lorenzo y Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Letras diferentes denotan diferencias entre tratamientos según la prueba de Tukey ( $p < 0.05$ ).

trón de absorción de agua. Sin embargo, las semillas de San Lorenzo presentaron mayor tiempo de imbibición que las del CUCBA.

El análisis del peso seco de las semillas reveló diferencias significativas ( $F = 66.76$ ,  $p < 0.001$ ). Las semillas de San Lorenzo pesaron 45% más que las semillas del CUCBA (Fig. 2).



**Figura 3.** Humedad Relativa (%) en dos poblaciones de *M. pugana*: San Lorenzo y Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias.

El análisis de las variables ambientales reveló diferencias significativa en la interacción doble hora x sitio ( $F = 7.5$ ,  $p < 0.001$ ). En el sitio San Lorenzo a las 15 horas hubo  $5^{\circ}\text{C}$  menos que en el CUCBA. También en el factor de humedad se encontraron diferencias estadísticas en la interacción doble hora x sitio ( $F = 2.3$ ,  $p < 0.001$ ). En San Lorenzo se presentaron los mayores porcentajes de humedad casi durante todo el día (Fig. 3).

## Discusión

*M. pugana* es una especie endémica de la parte centro-oeste de México (Vázquez et al., 2002). Sus poblaciones han sido reducidas hasta tal punto que sólo se encuentran en puntos aislados del cauce de arroyos tributarios del río Lerma. En este trabajo se encontró que las dos poblaciones estudiadas presentaron bajos niveles de viabilidad (aproximadamente del 20%). En México ha sido pocos los estudios sobre la viabilidad de las semillas en especies del género *Magnolia*, entre ellos están Saldaña y colaboradores (2001), que encontraron que el 78% de las semillas fueron viables.

La imbibición es el paso inicial de la germinación del agua a la semilla y depende de la permeabilidad de la semilla (Baskin y Baskin, 2004). Se considera que las semillas con latencia física son impermeables y no permiten el paso del agua para iniciar la germinación (Baskin y Baskin, 2004). En este trabajo se demostró por las pruebas de imbibición en las semillas de las dos poblaciones de *M. pugana* (San Lorenzo y CUCBA), que no poseen latencia física ya que desde las primeras 12 horas comenzó la entrada de agua a las semillas; estos resultados son contrarios a los encontrados por Saldaña y colaboradores (2001) que identificaron latencia física en semillas de *M. iltisiana*.

Se considera que la variación en la biomasa de las semillas es una característica crítica para la dispersión y establecimiento de las plántulas (Hendrix *et al.*, 1991), y que está determinada en las plantas por las condiciones genéticas y ambientales (Winn y Werner, 1987). En este estudio se encontraron diferencias entre la biomasa de las semillas de ambas poblaciones, las semillas del sitio San Lorenzo pesaron casi el doble que las del CUCBA, es probable que las diferencias en las condiciones del micro-hábitat, en particular de la humedad relativa tengan un efecto en la biomasa de las semillas.

## Conclusiones

Las semillas de ambas poblaciones presentaron baja viabilidad, no se encontró latencia de tipo física en las semillas de ambas poblaciones y las semillas de San Lorenzo mostraron casi el doble de biomasa seca que las del CUCBA.

## Bibliografía

- Baskin, J.M., and C.C. Baskin. 2004. A classification system for seed dormancy. *Seed Science Research* **14**: 1–16.
- Cronquist, A. 1981. *Anintegrated System of Classification of Flowering Plants*. Columbia University Press, New York, USA. 1262 pp.
- González-Elizondo, M.S., M. González-Elizondo, J. A. Tena-Flores, L.R.González e I. L. López-Enríquez. 2012. Vegetación De La Sierra Madre Occidental, México: Una Síntesis. *Acta Botanica Mexicana* **35**:1-403.
- Hendrix, S.D., Nielsen, E., Nielsen T., and Schutt. 1991. Are seedlings from small seeds always inferior to seedlings from large seeds? Effects of seed biomass on seedling growth in *Pastinaca sativa* L. *New Phytologist* **119**: 299–305..
- Kerry S. Walter (Royal Botanic Garden Edinburgh) and Harriet J. Gillett (World Conservation Monitoring Centre). 1997. *Red List of Threatened Plants Species*. Survival Commission. The IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. 865.pp.
- Saldaña Acosta Ángela, Aguilar Zuloaga Martha Susana, Jardel Peláez Enrique J. 2001. Germinación de *Acer Skutchii* Rehder y *Magnolia Iltisiana* Vázquez en La Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, Jalsico, México. *Foresta Veracruzana* **3**(002): 1-8.
- Sokal, R.R., and F.J. Rohlf. 1995. *Biometry: The Principles and Practice of Statistics in Biological Research*. W.H. Freeman and Company, New York, USA. 887 pp.
- Vásquez-García, J.A. 1994. *Magnolia* (Magnoliaceae) in México and Central America: A sinopsis. *Bittonia* **46**(1): 1-23.
- Vásquez-García, J.A., S. Carbajal y L. Hernández. 2002. *Magnolia pugana* (Magnoliaceae): una nueva combinación en el complejo *M. pacifica*. *Novon* **12**:137-141.
- Winn, A.A., and P.A. Werner. 1987. Regulation of seed yield within and among population of *Prunella vulgaris*. *Ecology* **68**: 1224–1233.
- Yaklich, R.W., and M.M. Kulik. 1979. Evaluation of vigor in soybean seeds: Influence of date of planting and soil type on emergence, stand, and yield. *Crop Science* **19**: 242–246.

# Aportaciones de la Maestra Luz María Villarreal De Puga a la Colección Ficológica de La Universidad de Guadalajara Citar

María Victoria Carrillo Camacho y María Guadalupe Pulido Ávila

Instituto de Botánica, Departamento de Botánica y Zoología, División de Ciencias Biológica y Ambientales. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Camino Ing. Ramón Padilla Sánchez No. 2100, La Venta del Astillero, 45221, Zapopan, Jalisco, México, Universidad de Guadalajara.

✉ [ccv02618@cucba.udg.mx](mailto:ccv02618@cucba.udg.mx) | [mgpulido@cucba.udg.mx](mailto:mgpulido@cucba.udg.mx)

## Introducción

Con la intención de conocer las colectas de algas depositadas por la Dra Luz María Villarreal de Puga, en la Colección Ficológica del Laboratorio de Ficología del Departamento de Botánica y Zoología y su importancia en dicha colección, se hizo una revisión bibliográfica y se examinaron 939 ejemplares de macroalgas.

La maestra Luz María Villarreal de Puga, doctora *Honoris Causa* y fundadora del Herbario IBUG “Luz María Villarreal de Puga” de la Universidad de Guadalajara, se ha distinguido por su trabajo académico y científico en el campo de la botánica principalmente del Occidente del país, así como en varios países extranjeros. Compiladora de diversas notas y artículos científicos ha recibido importantes distinciones tanto en investigación como en docencia, en reconocimiento a su trayectoria.

La Colección de Ficología está asociada a las colecciones del Instituto de Botánica de la Universidad de Guadalajara. El Instituto de Botánica, con sus laboratorios, jardines, biblioteca, invernadero y herbarios es el resultado y esfuerzo realizado por los miembros de la sociedad de botánica del Estado de Jalisco, pero su consolidación es obra del esfuerzo y dedicación de la maestra Luz María Villarreal de Puga.

En el Laboratorio de Ficología se cuenta con una colección de algas marinas de los litorales de Jalisco, Colima y algunos países extranjeros en los que la Maestra Villarreal de Puga no desaprovechó la oportunidad de coleccionar y traer algunos representantes de la flora de otros países. Así, del 22 de agosto al 29 de septiembre de 1971, viajó por Europa, en este recorrido coleccionó aproximadamente 100 ejemplares, un año más tarde durante los meses de agosto y septiembre visitó Centro y Sudamérica reuniendo unos 350 especímenes, algunos de los cuales corresponden a algas (Carvajal S. *et al.*, 2004).

Actualmente el Laboratorio de Ficología cuenta con una colección Ficológica asociada al herbario IBUG. Dicha colección tiene aproximadamente 2600 especímenes (macroalgas y microalgas) coleccionados en su mayor parte por la Dra. Ma. Del Refugio Mora Navarro desde 1982. Comprende ejemplares de macroalgas de 32 localidades de Jalisco (Mora Navarro, M.R. 2006), de los cuales 86 corresponden a especímenes depositados por la Maestra Luz María Villarreal de Puga (Figura 1).

## Objetivos

Conocer las especies de algas coleccionadas por la maestra Villarreal de Puga y la im-



(A)



(B)



(C)



(D)



(E)

Figura 1.- EJEMPLARES COLECTADOS POR LA MAESTRA LUZ MARIA VILLARREAL DE PUGA : (A,B, C) PHAENOPHYTAS, (D) CYANOPHYTA Y (E) RHODOPHYTA

**CUADRO1. FAMILIAS DE ALGAS COLECTADAS POR LA DRA LUZ MARIA VILLAREAL DE PUGA DESDE 1959 HASTA 1993.**

PHYLLUM	FAMILIA	PAIS	FECHA DE COLECTA
<b>RHODOPHYTA</b>	Gigartinaceae	CANADA	1959
	Corallinaceae	MEXICO	1967
	Rhodymeniaceae	MEXICO	1969
	Gracilariaceae	MEXICO	1969
	Gelidiaceae	CHILE CUBA	1972 1982
<b>CYANOPHYTA</b>	Oscillatoriaceae	MEXICO	1967
<b>CHLOROPHYTA</b>	Ulvaceae	MEXICO CUBA	1967 1981
	Udoteaceae		
	Boodleaceae	MEXICO	1967
	Bryopsidaceae	MEXICO	1967
	Codiaceae, Corallinaceae, Cystocloniaceae	MEXICO ITALIA	1967 1971
<b>PHAEOPHYTA</b>	Dictyotaceae	MEXICO	1967
	Dictyotaceae	MEXICO	1969
	Sargassaceae	CHILE	1972
		ECUADOR	1978
		CUBA	1993

portancia de su contribución a la Colección Ficológica, del Laboratorio de Ficología.

### Materiales y métodos

Se realizó una revisión bibliográfica en diferentes fuentes y se analizaron 939 ejemplares de macroalgas pertenecientes a la Colección Ficológica.

### Resultados

Se encontró que 86 ejemplares de macroalgas fueron colectados por la maestra Luz María Villarreal de Puga y depositados en la Colección Ficológica. Estos representan 9.37% del total de la colección. Las colectas se hicieron en el periodo comprendido de 1959 a 1993 y provienen de diferentes áreas del País como Jalisco, Yucatán, Manzanillo, Baja California, Veracruz, Colima, Islas Socorro y Revillagigedo así como de otros países como Italia, Cuba, Chile y Ecuador.

Los 86 ejemplares colectados por la maestra Villarreal de Puga corresponden a los Phylum:

Rhodophytas (32 sp. 5 familias), Chlorophytas (26 sp. 7 familias), Phaenophytas (26 sp. 4 familias) y Cyanophytas (2 sp. 1 familia) (Cuadro 1).

En el cuadro 2 se muestran las familias más sobresalientes por el número de especies colectadas: Sargassaceae (15), Ulvaceae (8) y Dictyotaceae (7).

### Conclusión y discusión

La maestra Luz María Villarreal de Puga, Doctora *Honoris Causa*, realizó una apasio-

**Cuadro 2.** Familias que sobresalen por el número de especies.

Familia	Número de taxones
Sargassaceae	15
Ulvaceae	8
Dictyotaceae	7

nada labor desde los años 60 en el campo de la botánica, en el Herbario (IBUG), de la Universidad de Guadalajara.

Formadora de la primera colección de ejemplares de algas del Laboratorio de Ficología, aportó varios de los especímenes ahí representados. El ejemplar más antiguo de la colección ficológica fue colectado por la Maestra Villarreal de Puga, en el año de 1959 y pertenece a *Chondrus crispus*, Rhodophyta, colectado en el Este de la costa de Canadá. La labor de la maestra Puga en la colecta de ejemplares botánicos fue inmensa, su aportación a la colección ficológica es de gran importancia ya que contribuyó con los primeros ejemplares registrados en dicha colección.

### Bibliografía

Carvajal Servando, Roberto González Tamayo, Patricia Miranda Núñez 2004. Luz María Villarreal de Puga *Apuntes para una biografía* Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jalisco, México. 137p

Mora Navarro Ma. Del Refugio 2006. *Algas del Occidente de México: Florística y Ecología*. Serie Fronteras de Biodiversidad. Universidad de Guadalajara, Guadalajara, Jalisco, México. vol. 2. 261p

Zamudio Ruiz, Sergio, Adriana Patricia Miranda Núñez, Roberto González Tamayo y Lizbeth Hernández Hernández. 1998. Luz María Villarreal de Puga, una maestra con vocación de naturista. *Boletín del Instituto de Botánica, Volumen en Homenaje a la profesora Luz María Villarreal de Puga*. Universidad de Guadalajara, 5 (1-3): 1-60 pp.

# Más de una década de protección y conservación de tortugas marinas en México, Proyecto Selva Negra/UdeG Citar

Blanca Alicia Bojórquez Martínez, Leonardo Felipe Alvarado Valencia y Adriana Ortega Rivera

Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Camino Ing. Ramón Padilla Sánchez No. 2100, La Venta del Astillero, 45221, Zapopan, Jalisco, México, Universidad de Guadalajara.

## Introducción

Nuestro país se encuentra en un lugar geográfico privilegiado y es considerado internacionalmente como el país de las tortugas marinas, debido a que seis de las siete especies que habitan el planeta vienen puntuales a costas mexicanas a cumplir con su ciclo reproductivo; todas consideradas en peligro de extinción. La actividad que desempeñan las tortugas marinas dentro de la cadena alimenticia en los océanos del mundo es de suma importancia, por lo que es necesario considerar las consecuencias que provocarían la desaparición de estos reptiles y sus poblaciones debido a la caza furtiva y tráfico de sus productos y subproductos, ocasionando con esto la alteración del equilibrio de los ecosistemas marinos de nuestro entorno. (Esparza, 2008).

El objetivo general de nuestro proyecto es, resguardar las poblaciones y nidos de tortugas marinas que llegan a reproducirse en algunos campamentos de las costas de Jalisco, Nayarit, Baja California Sur y Oaxaca, así como su entorno inmediato, por medio de acciones que aseguren su protección y conservación, implementando la vigilancia y la educación ambiental en las comunidades cercanas.

## Materiales y metodología

Cinta métrica, ropa oscura, ficha de colecta, bolsa de colecta, malla sombra, palos de madera de 30 cm. de largo por 6cm. de ancho, marca texto de tinta indeleble color negro, lámpara de leds con foco rojo, termómetros ambientales, 3 tinas de 1 m de ancho por 30 cm. de alto, una pala cava-hoyos, cajas de unicel.

### Metodología

Se ha trabajado en campamentos de Jalisco, Nayarit, Baja California Sur y Oaxaca, la metodología utilizada fue la siguiente: Patrullajes diurnos en efectos lunares y nocturnos de mayo a Diciembre todos los días, los meses restantes se patrulló de acuerdo al calendario de mareas; se trabajó en la colecta y siembra de nidos, tanto en corral como en casetas de incubación en el caso de Nayarit; posteriormente, se realizó la limpieza de nidos, para finalmente hacer las liberaciones de crías. (Esparza, 2008).

Para la obtención de datos, se realizaron los siguientes análisis:

$$\% \text{ Avivamiento} = \frac{\text{No. Crías eclosionadas}}{\text{No. Huevos sembrados}} \times 100$$

$$\% \text{ Mortalidad} = \frac{\text{Crías muertas} + \text{No eclosionadas}}{\text{Huevos sembrados}} \times 100$$

## Indicadores

Con la finalidad de establecer indicadores de éxito de las actividades de protección, se realizó la siguiente evaluación:

**Índice de eclosión;** Crías tanto emergidas como encontradas en el pozo.

$$Ic = Ce + Cp / Hs$$

## Índice de Liberación

$$IL = Np / Nt \times 100$$

## Índice de Nidos Protegidos:

$$In = Np / Nt \times 100$$

Se considera el total de nidos depositados en la playa, donde:

Ce = Crías emergidas;

Hs = Huevos sembrados;

Ic = Índice porcentual de eclosión

Cp = Crías vivas encontradas al destapar el pozo;

IL = Índice porcentual del éxito de las actividades de protección en nidos trasplantados.

In = Índice porcentual del éxito de las actividades de protección de anidación total.

Np = Nidos trasplantados; Nt = Nidos totales

## Resultados

A lo largo de 13 años, se ha trabajado con cuatro de las siete especies de tortuga marina, todas ellas arriban en costas del pacífico, estas son la tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*) (Figura 1), tortuga prieta (*Chelonia mydas agassizii*) (Figura 2), tortuga Carey (*Eretmochelys Imbricata*) (Figura 3)

FIGURA 1. Tortuga Golfina (*Lepidochelys olivacea*). Bojórquez



FIGURA 2. Tortuga prieta (*Chelonia Mydas Agassizii*) Alvarado



FIGURA 3. Tortuga Laúd (*Dermodochelys coriacea*) Alvarado



FIGURA 4. Tortuga Carey (*Eretmochelys Imbricata*) Alvarado



y Tortuga Laúd (*Dermochelys coriacea*) (Figura 4).

En el cuadro 1, se muestran las fechas, nombres de los campamentos, kilómetros de playas protegidas por cada uno y ubicación geográfica, en donde estuvimos trabajando.

Las actividades inician con la capacitación de los estudiantes; algunos cursos son durante las vacaciones de Semana Santa y Pascua y otros en el mes de mayo. Estos trece años se ha capacitado tanto en aulas como en campo a 3,693 estudiantes de diversas áreas del conocimiento, partiendo con los

alumnos del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CUCBA), principalmente de las carreras de Biología y Veterinaria, así como estudiantes de los Centros Universitarios de Arte Arquitectura y Diseño (CUAAD), Ciencias Económico Administrativas (CUCEA) y Ciencias Exactas e Ingeniería (CUCEI) quienes dentro de la Red Universitaria, son los más participativos en este proyecto; hemos contado además con la presencia de estudiantes de la Universidad del Valle de México (UVM), asimismo tuvimos participantes de la Universidad de Occidente y colaboradores de la Universidad del Valle de México (UNIVA).

Cuadro N° 1. Ubicación de los campamentos tortugueros del proyecto Selva Negra/UdeG.

AÑO	NOMBRE DEL CAMPAMENTO	NÚMERO DE KILÓMETROS DE PLAYA PROTEGIDA	UBICACIÓN	ESTADO
2002/2011	“Platanitos”	9	Municipio de Compostela	Nayarit
2002/2003	“Chalacatepec”	11	Municipio de Tomatlán	Jalisco
2004	“Majahuas”	9	Municipio de Tomatlán	Jalisco
2005/2010	“Mayto”	12	Municipio de Cabo Corrientes	Jalisco
2006 a 2008 y 2012/2013	“Chila”	8	Municipio de Compostela	Nayarit
2009/2012	“A’ayetsie Wakie”	3	Municipio San Blas	Nayarit
2010/2011	“Asupmatoma”	21	Cabo San Lucas	Baja California Sur
2009/2010	“Palmarito”	24	Municipio de San Pedro Mixtepec	Oaxaca
2011/2012	“El Venado”	7	Municipio Villa de Tututepec de Melchor Ocampo	Oaxaca

Las actividades diarias realizadas durante las visitas, fueron las siguientes:

### **Patrullajes**

Se realizaron recorridos diurnos y nocturnos, a pie y motorizados a lo largo de las playas de desove, con la finalidad de proteger a los nidos y a las hembras anidadoras. En total se protegieron 103 kilómetros de playa.

### **Colecta**

Durante los recorridos se colectaron los nidos que fueron detectados al encontrar las hembras desovando, tratando de identificar la fase de anidación en la que se encontraban, haciendo un total de 17,047 nidos colectados de 2002 a 2013.

### **Numero de huevos por nido**

Se contabilizó el total de huevos incluyendo viables, inviables y rotos, registrándose en la ficha de campo, para así determinar la fertilidad y tamaño de nidada por hembra y por especie. El total de huevos colectados es de 1'789,193.

### **Sembrado de nidos**

Una vez colectados los nidos fueron transportados de manera inmediata al área de sembrado, esta puede ser en corral o caseta este último sistema sólo se realiza en Nayarit.

### **Corral de Incubación**

fueron ubicados en una zona donde normalmente anidan las tortugas marinas, en las proximidades de la zona de vegetación y a una distancia de los campamentos que facilitara la vigilancia. Los corrales fueron cercados con malla media sombra o ciclónica, de una altura de aproximadamente metro y medio y enterrada en la arena un mínimo de 50 cm. Esto con el fin de evitar daños ocasionados por depredadores. Para hacer los nidos se utilizó una pala cava-ho-

yos, con la cual se cavó a una profundidad de 45 cm. para golfinia y 65 cm. para Laúd, dándole una forma de cántaro. Se siembran cuidadosamente contabilizando el número de los mismos, se tapan el nido y se marca con una estaca con los datos de sembrado. Durante el periodo de incubación se colocó alrededor del nido un cilindro de malla o canasta de protección de 30 cm de diámetro, con una altura de 60 cm. y enterrado unos 15 cm de profundidad, esto con el fin de que las crías no se dispersen al momento de emerger.

### **Caseta de Incubación**

La técnica que se utilizó para la siembra e incubación de huevos fue en cajas de poliuretano o unicel donde los huevos fueron colocados en forma de pirámide en una cama de arena húmeda de aproximadamente 4 cm. De grueso, formando una cámara y cubriéndolos totalmente de arena húmeda hasta taparlos totalmente. Posteriormente se alojaron en un cuarto de incubación, por un período de 50 días aproximadamente dependiendo de la temperatura y la humedad las cuales fueron monitoreadas constantemente. Cerca del final del período de incubación, las cajas fueron revisadas para llevar a cabo la sustracción de las crías emergidas, realizando la limpieza de las mismas al siguiente día de haber emergido en su totalidad.

### **Medición de hembras anidadoras**

Al ser encontrado el organismo, se revisaron las aletas anteriores y posteriores, cabeza y caparazón esto con la finalidad de verificar la existencia de marcas o daños causados por algún depredador o redes de pesca.

La biometría se realizó de la siguiente manera:

A).- Largo Curvo del Caparazón.- Se tomó la parte superior del caparazón, desde el sitio en que la escama cervical se une a la piel del cuello hasta las puntas de las escamas caudales.

B).- Ancho Curvo del Caparazón.- Se hizo de la parte más ancha del caparazón, en los bordes de las escamas marginales.

### Liberación de crías

La eclosión de las crías tarda un aproximado de 50 días en el caso de las cajas de poliuretano, mientras que en el corral de incubación un promedio de 45 días dependiendo de las condiciones climatológicas y de la especie, siendo más largo el período de incubación para la tortuga laúd (*Dermochelys coreácea*) de hasta 60 días en corral y 70 en caseta. Las liberaciones se realizaron por la noche y al amanecer en diferentes puntos de la playa, con el fin de evitar a los depredadores.

Todas las crías vivas eclosionadas, emergidas o no, fueron liberadas para asegurar así el éxito en la sobrevivencia. Se contabilizaron las crías liberadas por nido y se registraron en la bitácora, obteniéndose prome-

dios mensuales y finales. La cantidad final de crías liberadas es de 1'413,644.

### Limpieza de nidos

48 horas después de haber emergido las crías, se realizó la limpieza de los nidos, esto con el fin de ayudar a las crías rezagadas y contabilizar los huevos no eclosionados, crías muertas y cascarones. Los desechos son enterrados en zonas específicas, al menos a tres kilómetros del campamento para controlar la putrefacción de la materia orgánica y evitar contaminación.

Los resultados que se presentan a continuación, corresponden al trabajo de Prestadores de Servicio Social y jefes de brigada, durante las vacaciones de verano e invierno, que abarcan 10 semanas en verano (Junio a Agosto) y cinco semanas en invierno (Diciembre-Enero); obviamente los resultados finales de cada campamento corresponden a las temporadas completas de estos años, abarcando regularmente los meses de Junio a Marzo y esos resultados no están aquí, salvo los tres años de trabajo en Chila (2006-2008) y los tres de San Blas (A'ayetsie Wakie) (2009-2012), en donde estuvimos participando como responsables de campamento. (Cuadro 2).

Cuadro N° 2. Resultados por campamento de 2002 a 2013

CAMPAMENTO	NÚMERO DE NIDOS	NÚMERO DE HUEVOS COLECTADOS	NÚMERO DE CRÍAS LIBERADAS
"Platanitos"	4,205	479,370	388,289
"Chalacatepec"	1,300	127,700	89,482
"Majahuas"	956	93,673	77,191
"Mayto"	1,395	117,250	87,182
"Chila"	5,272	564,104	462,565
"A'ayetsie Wakie"	142	15,478	14,704
"Asupmatoma"	1,389	143,356	111,817
"Palmarito"	1,690	172,180	122,310
"El Venado"	698	76,082	60,104
<b>TOTAL</b>	<b>17,047</b>	<b>1'789,193</b>	<b>1'413,644</b>

## **Análisis de datos obtenidos**

### **Cuantificación de hembras anidadoras**

Se llevó a cabo un conteo de hembras anidadoras a lo largo de las playas protegidas y así se obtuvo el porcentaje semanal, mensual y final.

### **Porcentaje de avivamiento y mortalidad**

En cada campamento se sacaron los porcentajes correspondientes y se incluyeron en los informes técnicos.

### **Registro de parámetros ambientales**

Se llevó el registro durante la temporada de anidación, para determinar de qué manera influyen estos en el comportamiento reproductivo de las tortugas marinas. Se registra la temperatura del ambiente exterior, del interior de la caseta de incubación así como de la temperatura del nido, cada cuatro horas durante la temporada, esto por medio de termómetros de máximas y mínimas.

### **Mareas**

Se determinó el nivel del mar por medio de tablas de marea, obtenidas en la Secretaría de Marina. Con la finalidad de establecer el nivel de marea en que salen las tortugas marinas a desovar.

### **Fases lunares**

Se llevó a cabo un registro de la influencia de las diferentes fases lunares sobre el arribo de las tortugas marinas que anidan.

### **Educación ambiental**

Se llevaron a cabo inicialmente en todos los niveles desde preescolar hasta bachillerato tecnológico, después del tercer año, se determinó trabajar sólo con niños de primaria, pues tras una evaluación de impacto, nos dimos cuenta que a través de ellos llegábamos más fácilmente a los padres de familia, además de que los libros de texto

son más acordes. Los talleres de educación ambiental, son fundamentales para lograr un cambio de conducta en las futuras generaciones, es por ello, que cada semestre se dedica un tiempo especial para capacitar primero a nuestros alumnos para posteriormente cubrir las escuelas primarias aledañas a los campamentos, el total de talleres realizados es de 702, se trabajó con 216 niños de preescolar, 19,843 niños de primaria, 1,444 de secundaria, 528 del (Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario (CBTA), 603 padres de familia y 278 productores agrícolas, 15 pescadores; en total se ha trabajado con 22, 927. Los temas que se han expuesto son: protección y conservación de la tortuga marina, animales en peligro de extinción (aves, reptiles, mamíferos terrestres, mamíferos marinos e insectos), ecosistemas marinos, ahorro de energía y agua, reciclado de pet, reciclado de papel, tenencia responsable de mascotas, cuidado de los manglares, producción de hortalizas orgánicas, manejo responsable de agroquímicos, manejo de residuos sólidos, lombricultura, composta y reforestación.

## **Discusión**

La situación actual de las tortugas marinas según la NOM 059 de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT 2010), nos indica que las seis especies que arriban a nuestro país siguen en peligro de extinción,

Los campamentos tortugueros en el mundo surgen como una necesidad por la alarmante velocidad con que las especies de tortuga marina se están extinguiendo y no de manera natural, lo cual no sería tan preocupante, sino debido a las actividades humanas. La etapa del ciclo de vida de estos organismos en la cual presentan mayor

vulnerabilidad es durante la época de anidación incrementándose el saqueo de nidos en las playas y la depredación natural, es por ello la necesidad de protegerlas en esta etapa tan crítica y así aumentar de manera significativa las probabilidades de su supervivencia, en los campamentos tortugueros se protege a las hembras, los huevos y las crías y al mismo tiempo se obtiene la información biológica y estadística necesaria para la administración y aprovechamiento de las poblaciones. Los depredadores naturales en adultos son principalmente los tiburones. Los huevos son depredados además de los humanos, por gran cantidad de animales entre los que se encuentran los zorrillos, mapaches, perros, cangrejos, hormigas y larvas de mosca; y las crías por zorrillos, mapaches, perros, cangrejos, aves y peces.

Las hembras anidan típicamente más de una vez por temporada y la mayoría no anidan en años consecutivos. El comportamiento de la anidación es altamente estereotipado, aunque existen diferencias entre especies en algunos parámetros como las preferencias del hábitat de anidación, estrategia de anidamiento (masivo vs. solitario), talla en la primera reproducción, número de huevos por nido y algunos detalles en el tamaño y tipo de la construcción del nido. Un elemento del comportamiento reproductivo que es altamente divergente son las anidaciones sincrónicas y masivas (denominadas “arribadas”) que suceden a lo largo de varios días y que solamente ocurren en algunas colonias de las tortugas lora (*Lepidochelys kempii*) y golfina (*Lepidochelys olivacea*).

## Conclusión

El trabajo de protección y conservación que hemos realizado durante trece años, tiene connotaciones muy importantes para la sobrevivencia de las especies que arriban a las playas protegidas, la metodología utilizada y las herramientas perfeccionadas a lo largo de los años, nos ha permitido incrementar las poblaciones de crías liberadas, sin embargo, en ocasiones luchamos contra corriente, porque si bien el trabajo se realiza con éxito, los problemas de la depredación humana tanto en mar como en la costa, siguen siendo el punto apremiante para atender.

La pesca comercial, en cualquiera de sus múltiples y dañinas modalidades, es sin duda uno de los mayores enemigos de las tortugas, así como la pérdida de su hábitat, la destrucción de playas y el uso ilegal de su carne y huevos. Las tortugas marinas han sido prácticamente eliminadas de muchas zonas del planeta, debido a estas actividades.

Las tortugas forman parte de un ecosistema que por millones de años han sido pieza fundamental de la creación, mantenimiento y evolución de los ambientes que los seres humanos aprovechamos. La lista de ambientes beneficiados por las tortugas se inician con las mismas playas, donde nacen y anidan. Cada año al anidar, las tortugas remueven miles de toneladas de arena, lo que permite que la playa sea más saludable. Asimismo, la gran cantidad de huevos que depositan, significa un enorme aporte energético en la cadena alimenticia donde infinidad de animales intervienen, desde insectos y cangrejos, hasta aves y mamífe-

ros. En pocas palabras, las tortugas marinas son el eslabón que une al mar con la tierra.

Su importancia biológica está ligada principalmente a:

La contribución que hacen con materia orgánica, lípidos, nitrógeno, fósforo y energía a la playas de desove.

Promueven el crecimiento de las plantas que estabilizan las playas y protegen los ambientes de anidación.

La tortuga carey mantiene la dinámica de los arrecifes, ya que come esponjas que pueden encerrar y asfixiar el arrecife.

La tortuga prieta al alimentarse en los pastos marinos está incrementando la productividad de estas áreas.

La laúd se alimenta principalmente de medusas lo que controla la población e impide que estos animales hagan presencia en las playas, ocasionando quemaduras en los visitantes. Una Laúd adulta puede comer más de una tonelada de medusas al día, pero quedan tan pocas, que ahora no hay quién pueda controlar a estos gelatinosos organismos.

En el mar, la variada alimentación de las tortugas marinas contribuye enormemente al ciclo de carbono en los océanos, trasladando grandes cantidades de energía a zonas profundas, mediante el consumo de organismos abundantes en aguas superficiales y el depósito de sus heces como nutrientes que llegan al fondo del mar. Algunas especies tienen dietas exclusivas, alimentándose de pastos marinos o de animales que, de no comerlos, invadirían como plaga los arrecifes y paulatinamente los matarían.

Este trabajo de conservación, podría ser complementado con estudios anuales sobre los parámetros ambientales en los que están involucradas las tortugas, esto nos dará idea del impacto que se hace en materia de protección.

## Bibliografía

Esparza Venegas, Hermilo. (2008) Plan de Manejo del Campamento Playa Chila. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)..

# Riqueza y diversidad de las aves acuáticas en la Laguna de Sayula, Jalisco, México Citar

María Marcela Güitrón López<sup>1</sup>✉, Oscar Báez Montes<sup>2</sup> y Yadira Fabiola Estrada Sillas<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio Laguna de Sayula, Departamento de Ciencias Ambientales, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Camino Ing. Ramón Padilla Sánchez No. 2100, La Venta del Astillero, 45221, Zapopan, Jalisco, México, Universidad de Guadalajara.

<sup>2</sup>Instituto de Ecología del estado de Guanajuato. Aldana #12 Col. Pueblito de Rocha. Guanajuato, Guanajuato. C.P. 36040.

✉ [mguitron@cucba.udg.mx](mailto:mguitron@cucba.udg.mx)

## Introducción

El monitoreo es una herramienta esencial para la conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y sus hábitat (Bautista *et al.*, 2004), ya que proporciona información sobre el tamaño, condición y tendencias temporales de las poblaciones, su demografía, distribución geográfica, patrones migratorios, requerimientos de hábitat, entre otros.

Los estudios orientados a caracterizar los ensambles de aves acuáticas en humedales continentales son relativamente escasos o solo se enfocan a determinar la riqueza y a estudiar algunos grupos de especies relacionadas. Las investigaciones tienden a estar restringidas tanto temporalmente como geográficamente, son escasos los trabajos que presentan información sobre densidad o abundancia de alguna especie en varios años consecutivos y pocas veces se relacionan cambios poblacionales a través del tiempo con parámetros ambientales (Villaseñor y Santana, 2003).

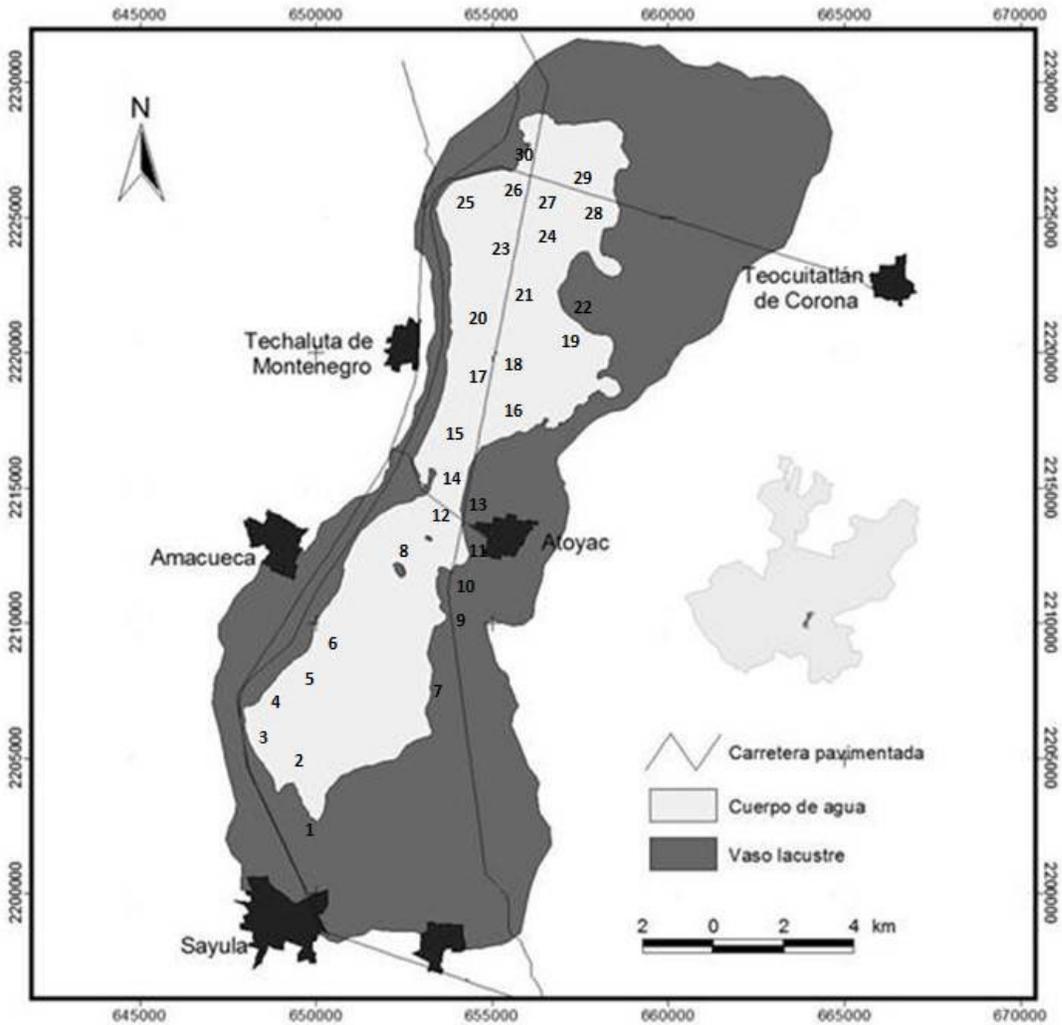
En Jalisco, uno de los humedales continentales que cuenta con la designación de Sitio Ramsar, principalmente como hábitat de aves acuáticas migratorias, es la Laguna de Sayula. A pesar de la importancia que

tiene el humedal como refugio de aves acuáticas, son pocos los trabajos científicos referentes a la riqueza y diversidad avifaunística (Munguía *et al.*, 2005; Barba, 2008). El presente estudio tiene como objetivo caracterizar la riqueza y diversidad espacio-temporal de las aves acuáticas en la Laguna de Sayula durante cinco periodos invernales. Esta información es importante porque podrá ser utilizada para la toma de decisiones de conservación y manejo, así como para futuras investigaciones, incluyendo el monitoreo de los cambios en la composición de la avifauna acuática.

## Materiales y método

### Área de estudio

La Laguna de Sayula es una laguna intermitente que forma parte de una cuenca endorreica ubicada al sur del estado de Jalisco, México (19° 54' 24", 20° 10' 32" N y -103° 27' 39", -103° 36' 40" O) (Figura 1). La superficie del vaso lacustre es de 16,800 ha y tiene una altitud promedio de 1350 m.s.n.m. En la laguna se han descrito cuatro tipos de vegetación (Macías-Rodríguez, 2004), que en orden de extensión corresponden a vegetación halófito, bosque espinoso, vegetación acuática y subacuática y bosque tropical caducifolio. El clima del



**Figura 1.** Localización geográfica de la Laguna de Sayula, Jalisco, México. Los números dentro del mapa indican la ubicación de las parcelas. Sobre el marco se muestran las coordenadas UTM.

área, según la clasificación de Köppen modificada por García (1973), corresponde al grupo de climas secos y subtipo de climas semisecos, así como al subgrupo de climas semicálidos. La temperatura media anual oscila entre los 18 y 22 °C. La precipitación tiene un régimen de lluvias de verano, con una media anual de 681.5 mm (Medina y Hernández, 1993).

#### Trabajo de campo

Se realizaron conteos de aves acuáticas con una frecuencia mensual de octubre a marzo durante las temporadas del 2004 al 2007

y del 2009 al 2011, con el fin de registrar las aves acuáticas residentes y las migratorias que utilizan al vaso lacustre durante las estaciones otoño-invierno. Se ubicaron de manera aleatoria 30 parcelas fijas cuadradas con una superficie de una hectárea las cuales fueron delimitadas con estacas de color rojo y amarillo para su rápida ubicación. Las observaciones se realizaron durante 8 horas a partir del amanecer. Se tomaron datos de profundidad del agua en diferentes puntos de las parcela, y tipo de vegetación presente. Para la determinación de las especies de aves se usaron binoculares 7x35,

10x50, un telescopio 15- 60x, y la guía de campo de Sibley (2001). El estatus estacional fue comparado con las categorías propuestas por Howell y Webb (2001). Las categorías de riesgo fueron tomadas de SEMARNAT (2010). El arreglo taxonómico de las especies fue de acuerdo al propuesto por la AOU (2008). Los nombres comunes de las especies se obtuvieron de Escalante *et al.* (1996).

Se identificaron diferentes ambientes en las parcelas, los cuales de acuerdo a la presencia y profundidad del agua y según la especificidad de uso de hábitat por parte de los integrantes de la comunidad de aves (Amparán-Salido, 2000) fueron agrupadas, independientemente de la presencia de vegetación, en cinco zonas con base en la clasificación propuesta por Colwell (1993) con algunas modificaciones. Estas zonas incluyen: Profunda (> 100 cm.), Acuática (>20 y <100 cm.), Somera (<20 cm.), Fangosa (área lodosa) y de Playa (área seca).

### Análisis de datos

Para evaluar el esfuerzo de muestreo, se generó una curva de acumulación de especies en función del esfuerzo de muestreo (número de muestreos), y con ayuda del programa EstimateS 8.2 se estimaron los modelos Jackknife 1 y 2 y Chao 1 y 2 a los datos observados.

La variabilidad espacial y temporal se caracterizó para temporadas, meses y zonas. Para cada uno de estos factores se determinó la riqueza de especies (S) y con los valores de abundancia se estimaron la diversidad mediante el índice de Shannon-Wiener ( $H'_{\log_e}$ ) y el de equidad de Pielou (J'). Por medio del Programa PRIMER 6 se aplicó el método SIMPER (porcentaje de similitud) de una vía mediante Bray-Curtis para identificar las especies más representativas en

cada zona. Se determinaron grupos funcionales para cada zona de acuerdo con Escofet *et al.* (1988).

### Resultados

Se determinaron 73 especies de aves acuáticas, ubicadas dentro de siete órdenes y 13 familias (Cuadro 1). Del total de especies, 39 fueron visitantes de invierno (2 como migratorias ocasionales), 24 residentes, 4 migratorias ocasionales, 3 migratorias transitorias y 3 visitantes no reproductivas. El orden mejor representado fue el de los Charadriiformes (28 especies), seguido de los órdenes Anseriformes (18), Pelecaniformes (14), Gruiformes (6), Podicipediformes (4), y en menor cantidad los órdenes Suliformes (2) y Ciconiiformes (1). Las familias con mayor número de especies fueron: Anatidae (18 especies), Scolopacidae (15) y Ardeidae (10).

Se registraron 8 especies que están bajo alguna categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2010), de las cuales 3 están catalogadas como amenazadas (*Anas platyrhynchos diazi*, *Botaurus lentiginosus* y *Charadrius nivosus*) y 5 como sujetas a protección especial (*Ixobrychus exilis*, *Tachybaptus dominicus*, *Mycteria americana*, *Rallus elegans* y *R. limicola*).

Se citan por primera vez en una publicación para el interior del Estado al chorlo gris *Pluvialis squatarola* y al bobo café *Sula leucogaster*.

El estimador no paramétrico Jackknife 1 fue el que mejor se ajustó a los datos de abundancia observados. De acuerdo con este modelo predictivo se registró el 87% de la avifauna.

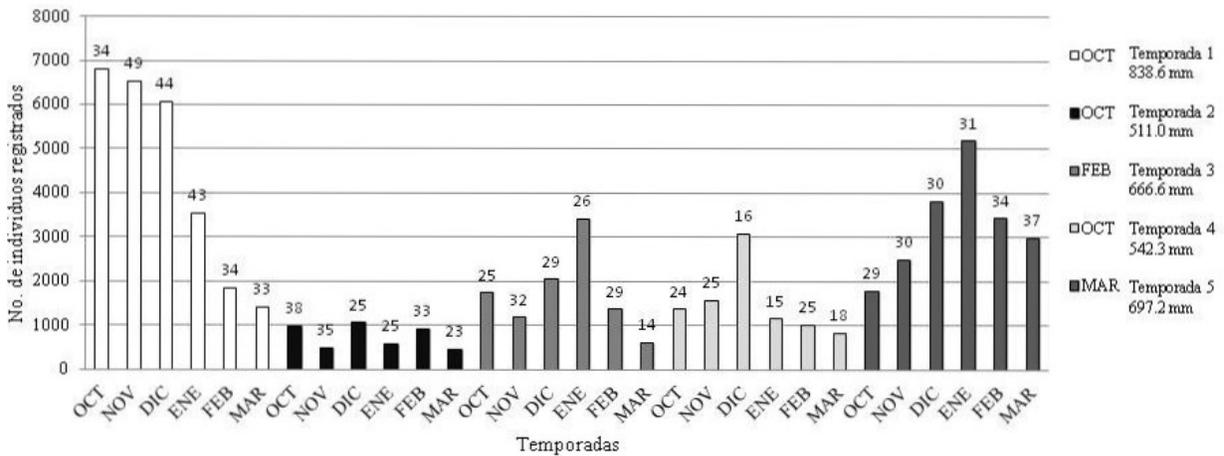
**Cuadro 1.** Comparación de la riqueza de especies observada (S), número total de individuos (N), número de individuos de la especie más abundante ( $N_{\max}$ ), índice de equidad de Pielou ( $J'$ ), índice de Shannon ( $H'_{\log_e}$ ), e índice de Simpson (1-Lambda) por temporadas, zonas y meses. Código de especies: ANCL *Anas clypeata*, ANCR *Anas crecca*, CHCA *Chen caerulescens*, FUAM *Fulica americana*, PLCH *Plegadis chihi*, CAMI *Calidris minutilla*, CABA *Calidris bairdi*, REAM *Recurvirostra americana*, LISC *Limnodromus scolopaceus*, TRSO *Tringa solitaria*.

	S	N	$N_{\max}$	$J'$	$H'_{\log_e}$
<b>TEMPORADAS</b>					
TEMP 1 (2004-2005)	62	25811	9424 (ANCL)	0.843	3.48
TEMP 2 (2005-2006)	49	4348	830 (ANCL)	0.885	3.45
TEMP 3 (2006-2007)	51	10450	3175 (CHCA)	0.829	3.26
TEMP 4 (2009-2010)	44	8958	2216 (ANCL)	0.827	3.13
TEMP 5 (2010-2011)	55	19489	7153 (ANCL)	0.827	3.32
<b>ZONAS</b>					
ZPRO	30	1998	742 (ANCL)	0.854	2.85
ZACU	51	38025	13621 (ANCL)	0.822	3.22
ZSOM	52	22550	7492 (ANCL)	0.840	3.32
ZFAN	36	5615	2407 (CHCA)	0.849	3.04
ZPLA	23	868	264 (ANCL)	0.864	2.71
<b>MESES</b>					
Octubre	48	12684	7043 (ANCL)	0.823	3.18
Noviembre	59	11995	3302 (ANCL)	0.869	3.54
Diciembre	51	16035	3684 (CHCA)	0.832	3.27
Enero	54	13804	4227 (ANCL)	0.839	3.35
Febrero	46	8412	2550 (ANCL)	0.864	3.30
Marzo	48	6126	2021 (ANCL)	0.863	3.34

La riqueza y abundancia variaron en tiempo y espacio a lo largo del estudio (Cuadro 1 y figura 4). Se establecieron 6 grupos funcionales de los cuales el mejor representado fue el de las sondeadoras someras (31%) que a su vez es el orden con el mayor número de especies (aves playeras), seguidos por las flotadoras buceadoras (24%), las zancudas (19%), sondeadoras profundas (11%), buscadoras aéreas (10%) y especies forrajeras (5%).

La prueba SIMPER demostró que para la zona profunda son 9 especies que acumulan el 91.77% de la abundancia total, entre ellas con la mayor contribución son *A. clypeata* (25%), *Fulica americana* (21.91%)

y *Pelecanus erythrorhynchos* (11.46%). Para la zona acuática son 11 especies que acumulan el 92.26%, con la mayor contribución *A. clypeata* (48%). En la zona de playa 6 especies que acumulan el 90.19 % de la similitud; con el 26.2% *Bubulcus ibis* es la especie con el mayor porcentaje de contribución para esa zona seguida por *Ardea alba* (21.68%). Para la zona fangosa son 7 especies que acumulan el 91.95%, con la mayor contribución *Himantopus mexicanus* (35.77%), *C. caerulescens* (25.52%) y *Plegadis chihi* (20.02%). En la zona somera 10 especies acumulan el 90.5%, con la mayor contribución *A. clypeata* (35.12%), *Recurvirostra americana* (20.47%) y *H. mexicanus* (13.52%) (Cuadro 2).



**Figura 2.** Variación de la riqueza y abundancia registrada por mes (octubre a marzo) durante cada temporada. Los números sobre cada barra indican la riqueza de especies registradas por mes. Se muestra la precipitación por temporadas.

**Cuadro 2.** Avifauna acuática registrada en el vaso lacustre Laguna de Sayula. E estatus estacional: R=residente, VI=visitante de invierno, MT=migratoria transitoria, MO=migratoria ocasional, VV=visitante de verano.

Orden	Familia	Especie	Nombre común	E
Anseriformes	Anatidae	<i>Dendrocygna autumnalis</i>	Pijije ala blanca	R
		<i>Dendrocygna bicolor</i>	Pijije canelo	R
		<i>Anser albifrons</i>	Ganso careto-mayor	VI
		<i>Chen caerulescens</i>	Ganso blanco	VI
		<i>Chen rossii</i>	Ganso de Ross	VI
		<i>Branta canadensis</i>	Ganso canadiense	VI
		<i>Anas strepera</i>	Pato friso	VI
		<i>Anas americana</i>	Pato chalcuán	VI
		<i>Anas platyrhynchos diazi</i>	Pato mexicano	R
		<i>Anas discors</i>	Cerceta ala azul	VI
		<i>Anas cyanoptera</i>	Cerceta canela	VI
		<i>Anas clypeata</i>	Pato cucharón-norteño	VI
		<i>Anas acuta</i>	Pato golondrino	VI
		<i>Anas crecca</i>	Cerceta ala verde	VI
		<i>Aythya collaris</i>	Pato pico anillado	VI
		<i>Aythya affinis</i>	Pato boludo-menor	VI
		<i>Bucephala albeola</i>	Pato monja	VI
<i>Oxyura jamaicensis</i>	Pato tepalcate	R		
Podicipediformes	Podicipedidae	<i>Tachybaptus dominicus</i>	Zambullidor menor	R
		<i>Podilymbus podiceps</i>	Zambullidor pico grueso	R
		<i>Podiceps nigricollis</i>	Zambullidor orejudo	VI
		<i>Aechmophorus clarkii</i>	Achichilique pico naranja	R

**Cuadro 2 (continuación).** Avifauna acuática registrada en el vaso lacustre Laguna de Sayula. E estatus estacional: R=residente, VI=visitante de invierno, MT=migratoria transitoria, MO=migratoria ocasional, VV=visitante de verano.

Orden	Familia	Especie	Nombre común	E	
Ciconiiformes	Ciconiidae	<i>Mycteria americana</i>	Cigüeña americana	MT	
Suliformes	Sulidae	<i>Sula leucogaster</i>	Bobo café	MO	
	Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Cormorán oliváceo	R	
Pelecaniformes	Pelecanidae	<i>Pelecanus erythrorhynchos</i>	Pelícano blanco	VI	
		<i>Pelecanus occidentalis</i>	Pelícano pardo	MO	
	Ardeidae	<i>Botaurus lentiginosus</i>	Avetoro norteño	VI	
		<i>Ixobrychus exilis</i>	Avetoro mínimo	R	
		<i>Ardea herodias</i>	Garza morena	VI	
		<i>Ardea alba</i>	Garza blanca	R	
		<i>Egretta thula</i>	Garceta pie-dorado	R	
		<i>Egretta caerulea</i>	Garceta azul	R	
		<i>Egretta tricolor</i>	Garceta tricolor	VI	
		<i>Bubulcus ibis</i>	Garza ganadera	R	
		<i>Butorides virescens</i>	Garceta verde	R	
		<i>Nycticorax nycticorax</i>	Pedrete corona negra	R	
		Threskiornithidae	<i>Plegadis chihi</i>	Ibis cara blanca	R
			<i>Platalea ajaja</i>	Espátula rosada	MT
	Gruiformes	Rallidae	<i>Rallus elegans</i>	Rascón real	R
			<i>Rallus limicola</i>	Rascón limícola	VI
<i>Porzana carolina</i>			Polluela sora	VI	
<i>Porphyrio martinicus</i>			Gallineta morada	R	
<i>Gallinula galeata</i>			Gallineta frente roja	R	
<i>Fulica americana</i>			Gallareta americana	R	
Charadriiformes	Charadriidae	<i>Pluvialis squatarola</i>	Chorlo gris	MT	
		<i>Charadrius collaris</i>	Chorlo de collar	MT	
		<i>Charadrius nivosus</i>	Chorlo nevado	VV	
		<i>Charadrius semipalmatus</i>	Chorlito semipalmeado	VI	
		<i>Charadrius vociferus</i>	Chorlo tildío	R	
	Recurvirostridae	<i>Himantopus mexicanus</i>	Candelero americano	R	
		<i>Recurvirostra americana</i>	Avoceta americana	VI	
	Jacaniidae	<i>Jacana spinosa</i>	Jacana norteña	R	
	Scolopacidae	<i>Actitis macularius</i>	Playero alzacolita	VI	
		<i>Tringa solitaria</i>	Playero solitario	VI	
		<i>Tringa melanoleuca</i>	Patamarilla mayor	VI	
		<i>Tringa semipalmata</i>	Playero pihuihuí	MT	
		<i>Tringa flavipes</i>	Patamarilla menor	VI	
			<i>Numenius americanus</i>	Zarapito pico largo	VI

**Cuadro 2 (continuación).** Avifauna acuática registrada en el vaso lacustre Laguna de Sayula. E estatus estacional: R=residente, VI=visitante de invierno, MT=migratoria transitoria, MO=migratoria ocasional, VV=visitante de verano.

Orden	Familia	Especie	Nombre común	E
Charadriiformes (cont.)	Scolopacidae (cont.)	<i>Limosa fedoa</i>	Picopando canelo	MO
		<i>Arenaria interpres</i>	Vuelvepiedras rojizo	MO
		<i>Calidris mauri</i>	Playero occidental	VI
		<i>Calidris minutilla</i>	Playeo chichicuilote	VI
		<i>Calidris bairdii</i>	Playerito de baird	VI
		<i>Calidris himantopus</i>	Playero zancón	VI
		<i>Limnodromus scolopaceus</i>	Costurero pico largo	VI
		<i>Gallinago gallinago</i>	Agachona común	VI
		<i>Phalaropus tricolor</i>	Faláropo pico largo	VI
		Laridae	<i>Leucophaeus atricilla</i>	Gaviota reidora
	<i>Larus delawarensis</i>		Gaviota pico anillado	VI
	<i>Hydroprogne caspia</i>		Charrán caspia	VI
	<i>Chlidonias niger</i>		Charrán negro	MT
			<i>Sterna forsteri</i>	Charrán de Forster

## Discusión

Las aves acuáticas migratorias invernales favorecen la abundancia y riqueza de especies presentes en la laguna de octubre a marzo, las que representaron el 81% de la abundancia total respecto a las especies residentes principalmente por los grupos de los anátidos (76%) y playeros (24%).

Se deduce que debido a la variabilidad ambiental presente, producto del dinamismo en los niveles hídricos durante el año, la comunidad de aves acuáticas está representada por una elevada riqueza de especies si se compara con otros humedales del estado de Jalisco.

La separación de los diferentes ambientes registrados en “zonas” dio una idea de las preferencias de grupos de especies en cuanto a los distintos hábitos. Las parcelas que correspondieron a zonas fangosas y someras con mayor cobertura de pastizales

(vegetación halófito) fueron mayormente frecuentadas por el ganso blanco *C. caerulescens*, y estas zonas con menor cobertura fueron frecuentadas por especies de aves playeras principalmente. En zona acuática la mayoría de las especies se agrupan en el grupo funcional de las flotadoras-buceadoras, y en menor proporción sondeadoras someras y zancudas. En la zona fangosa se presentan especies con diferentes estrategias de alimentación como sondeadoras someras y profundas, forrajeras, zancudas y flotadoras buceadoras, las cuales estas últimas se les observó usando la zona como descanso y no alimentándose. La zona profunda se caracteriza por la presencia de anátidos y otras especies buceadoras y en la zona de playa se registraron especies de aves zancudas, sondeadoras someras y forrajeras.

La temporada uno fue donde se registró la mayor riqueza y abundancia, lo que coincide en que fue la temporada con la mayor

precipitación reportada respecto a las otras cuatro monitoreadas (datos proporcionados por la CONAGUA-Jalisco), manteniendo por más tiempo zonas inundadas a diferente espesor en la lámina de agua. Esto deduce que la variación temporal en la abundancia y riqueza de las especies acuáticas puede estar sujeta a la variación estacional de las precipitaciones por lluvia.

Para la planicie costera del estado de Jalisco el chorlo gris *Pluvialis squatarola* ha sido citado por Howell y Webb (2001) como visitante de invierno y por Palomera-García *et al.* (2007) como especie transitoria; para el interior del estado de Jalisco es la primera vez que se reporta en una publicación, aunque según registros de e-bird existen datos de cuatro localidades al interior del Estado donde se ha observado la especie. En el listado de Palomera-García *et al.* (2007) no se reporta para Jalisco a *Sula leucogaster* y *Charadrius collaris*, y para la zona a *Catoptrophorus semipalmatus* y *Dendrocygna autumnalis*.

El monitorear los cambios en la composición avifaunística nos demuestra la variación que existe de un periodo a otro, sobre todo en este tipo de humedales endorreicos en donde la heterogeneidad ambiental es alta y son constantes las fluctuaciones del nivel de agua; por lo tanto podría ser riesgoso generar conclusiones basadas únicamente en datos provenientes de estudios limitados temporalmente, sobre todo para la toma de decisiones de manejo.

Con base en los resultados de este estudio se concluye que la implementación de acciones que promuevan el mantenimiento de esta heterogeneidad ambiental con áreas inundadas (principalmente para especies buceadoras como algunos anátidos), someras (fue la zona más utilizada por dife-

rentes grupos funcionales), fangosas (principalmente para aves playeras) y praderas húmedas (para gansos y otras especies), en esta zona y otros cuerpos de agua cercanos, mediante el manejo de las aguas pluviales y fluviales, favorecerá la permanencia de comunidades de aves con mayores valores de riqueza y diversidad, así como de mayores abundancias.

## Literatura citada

- Amparán-Salido, R. T. 2000. Diversidad de la comunidad de aves acuáticas y caracterización de sus hábitats en la Laguna de Zapotlán, Jalisco, México. Tesis de maestría, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León. Nuevo León, México. 83 p.
- AOU (American Ornithologists' Union). 2008. *Check-list of North American birds*. 7<sup>th</sup> edition. <http://www.aou.org/checklist/north/full.php/>; última consulta: 10.VII.2012.
- Barba, C. G., S. H., Martínez. 2008. Conducta Invernal del Ganso nevado (*Chen caerulescens*, Linnaeus 1758) en la subcuenca Sayula, Jalisco, México. *Scientia CUCBA* 10(1-2): 65-80.
- Bautista, Z. F., H. G. Delfín, J. L. Palacio, M. C. Delgado. 2004. Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales. UNAM, UADY, CONACYT, INE. México. 507 p.
- Escalante, P., A. M. Sada, J. Robles-Gil. 1996. Listado de nombres comunes de las aves de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de La Biodiversidad. Sierra Madre.
- Escofet, A., D. Loya-Salinas y J. Arredondo. 1988. El estero de Punta Banda (Baja California, México) como hábitat de avifauna. *Ciencias Marinas* 14(4):73-100.
- García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática Köppen. 2<sup>a</sup>. ed. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 246 p.
- Howell, S. N. G. y S. Webb. 2001. *A Guide to the Birds of Mexico and Northern Central America*. Oxford University Press, New York 851 p.
- Macías-Rodríguez, M. A. 2004. Vegetación y flora de la Laguna de Sayula: Guía ilustrada. Universidad de Guadalajara, México 121 p.
- Medina, R. J. y J. E. Hernández. 1993. Evaluación hidrogeológica de la subcuenca del Lago de Sayula. *In* Munguía, C. F. (coord.). Análisis geográfico y

- social de la zona Zacoalco-Sayula. Sociedad de Geografía y Estadística de Jalisco, México. 198 p.
- Munguía, P., P. López e I. Fortes. 2005. Seasonal changes in waterbird habitat and occurrence in Laguna de Sayula, western Mexico. *The Southwestern Naturalist* 50:3, 318-322.
- Palomera-García, C., E. Santana, S. Contreras-Martínez y R. Amparán-Salido. 2007. Jalisco. *In Avifaunas Estatales de México*, Ortiz-Pulido, R., A. Navarro-Sigüenza, H. Gómez de Silva, O. Rojas-Soto y T. A. Peterson. (eds.). CIPAMEX. Pachuca, Hidalgo, México. p. 1-48.
- Ramsar, 2003. Sitios Ramsar en México. <http://ramsar.conanp.gob.mx/documentos/fichas/25.pdf>; última consulta: 03.III.2011
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación, 6 de marzo, p. 25-36.
- Sibley, D. A. 2001. *The Sibley Guide to Birds*. National Audubon Society. Alfred A. Knopf, New York. 545 p.
- Villaseñor, G. J. y E. Santana. 2003. El monitoreo de poblaciones: herramienta necesaria para la conservación de aves en México. *In Conservación de aves. Experiencias en México*, H. Gómez de Silva. y A. Oliveras de Ita. (eds.). CIPAMEX/NFWF/CONABIO, México, D.F. p. 224-262.

# Avances en la identificación de felinos de México a través de un método no invasivo Citar

Anahí Mejía Puente<sup>1</sup>✉, Fernando Cervantes Reza<sup>1</sup> y Patricia Castro Félix<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Zoología, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, C.P. 04510, Distrito Federal, México.

<sup>2</sup>Laboratorio de Biomarcadores Moleculares, Departamento de Biología Celular y Molecular, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Camino Ing. Ramón Padilla Sánchez No. 2100, La Venta del Astillero, 45221, Zapopan, Jalisco, México, Universidad de Guadalajara.

✉ [agmp573@gmail.com](mailto:agmp573@gmail.com)

## Introducción

La familia Felidae agrupa a 40 especies de felinos, de las cuales seis se encuentran en México (Wilson y Reeder, 2005; Ramírez *et al.*, 2008): *Panthera onca*, *Puma yagouaroundi*, *Leopardus pardalis*, *Leopardus wiedii*, *Lynx rufus* y *Puma concolor*. Debido mayormente a actividades antropogénicas como asentamientos humanos y cultivos intensivos, el hábitat del puma (*P. concolor*) y el lince (*L. rufus*) se ha fragmentado generando que sus poblaciones disminuyan por lo que en México, se consideran como especies que requieren protección especial y es necesario un permiso para su cacería (SEMARNAT, 2002). Aunado a la pérdida de su hábitat, el jaguar (*P. onca*), el ocelote (*L. pardalis*) y el tigrillo (*L. wiedii*) están bajo una fuerte presión de caza debido al comercio de sus pieles, por estas razones en México tienen el status de especie en peligro de extinción y su caza esta prohibida (SEMARNAT, 2002). Aunque la piel del jaguarundi (*P. yagouaroundi*) no tiene valor comercial, en México esta considerada como especie amenazada y su caza también esta prohibida (SEMARNAT, 2002), además se sabe muy poco de su biología y comportamiento en vida silvestre al igual que del tigrillo, del cual no existe estudio alguno sobre su

población en el país (Sunquist y Sunquist, 2002; Aranda, 2005a,b).

Por todo lo anterior, identificar la presencia de estos felinos en un área determinada, así como obtener información básica sobre aspectos genéticos y ecológicos (densidad, supervivencia y utilización de áreas y hábitat), resulta de suma importancia para el manejo y conservación de sus poblaciones (Maldonado, 2006). Sin embargo, en muchas ocasiones esto se dificulta, debido en gran parte a los hábitos de estos felinos ya que presentan comportamientos evasivos y habitan áreas con cobertura vegetal densa, además de presentar bajas densidades poblacionales (Aranda, 2005a, b). Puesto que los individuos de estas especies no son fáciles de detectar y los métodos comúnmente usados para su monitoreo (como la radio-telemetría) son de un alto costo y presentan dificultades para su captura y manejo, suelen utilizarse métodos indirectos para su identificación, como pueden ser huellas, pelaje desprendido, heces y otros rastros (Maldonado, 2006).

Entre los métodos no invasivos más empleados se encuentra el uso de muestras fecales, debido a que las heces suelen ser los rastros más comunes y fáciles de coleccionar. El criterio habitual para la identificación

de excretas es el morfológico, sin embargo, este método puede verse afectado por la similitud en heces de especies simpátricas y la subjetividad de los expertos en campo (Reed *et al.*, 2004). Gracias al avance que ha tenido la biología molecular en los últimos años, actualmente es posible utilizar marcadores para el análisis de heces (escatología molecular) debido a las células de descamación del epitelio del tracto digestivo presentes en las heces, las cuales son una fuente confiable de ADN para determinar la especie de origen (Ernest *et al.*, 2000; Farrell *et al.*, 2000; Maldonado, 2006; Cossíos y Angers, 2006). La escatología molecular se ha aplicado en la identificación de especies para la investigación, manejo y conservación de la vida silvestre, siendo el ADN mitocondrial (ADNmt) uno de los marcadores más empleados dentro de este campo. El ADNmt animal es de herencia materna, haploide, no recombinante y en cada célula diploide se encuentran cientos o miles de copias. Por lo tanto, a partir de muestras fecales en las que el ADN puede encontrarse parcialmente degradado, debiera ser más factible obtener una mayor cantidad de ADNmt, que de ADN nuclear (Farrell *et al.*, 2000).

Dadas las ventajas y el enorme potencial que presenta el análisis de ADN fecal, el uso de esta técnica se ha incrementado durante la última década, aplicándose exitosamente en estudios de identificación de felinos a través de secuencias analizadas mediante métodos filogenéticos (Farrell *et al.*, 2000), microsatélites (Ernest *et al.*, 2000) y el diseño de oligonucleótidos específicos por especie (Palomares *et al.*, 2002). Particularmente, Cossíos y Angers (2006) utilizaron marcadores RFLP y secuencias de ADN mitocondrial para distinguir correctamente entre heces de gato andino (*Oreailurus jacobita*), gato de las pampas (*Lynchailurus colo-*

*colo*) gato de Geoffroy (*Oncifelis geoffroyi*) y puma (*P. concolor*). Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo es identificar las especies de felinos de México, utilizando ADN mitocondrial extraído de muestras fecales y marcadores RFLP.

## Materiales y métodos

Se obtuvieron muestras de tejido de las seis especies de felinos silvestres en México, al igual que de gato doméstico (*Felis catus*) para propósitos comparativos. Las muestras provinieron de la Colección de Tejidos Congelados de la Colección Nacional de Mamíferos, del Zoológico de Chapultepec de la Ciudad de México, de los Centros para la Conservación e Investigación de la Vida Silvestre (CIVS) de la SEMARNAT y del Centro de Control Animal de Guadalajara.

La extracción de ADN se realizó utilizando el kit comercial DNeasy Blood and Tissue (QIAGEN<sup>MR</sup>), siguiendo las instrucciones del proveedor. Se cuantificó la cantidad (ng/μl) y pureza del ADN extraído por medio de espectrofotometría y se hicieron pruebas de integridad mediante electroforesis en geles de agarosa al 1%, teñidos con bromuro de etidio y visualizados bajo luz ultravioleta.

Para la amplificación del gen mitocondrial citocromo *b* completo (1140 pb) se utilizaron los iniciadores Cb-M1 (5'-CTCACATGGAATCTAACCATGAC-3') y Cb-MR2 (5'-AGGGAATAGTTTAAATAGAATTTCAGC-3'; Tamada *et al.* 2005). Aunque se obtuvo el producto esperado en todas las muestras, también se presentó mucha inespecificidad por lo que se estandarizaron las condiciones de amplificación para reducir la misma. Sin embargo, no se logró evitar la inespecificidad en todas las muestras, por

lo que se decidió purificar las muestras con inespecificidad con el kit QIAEX II Agarose Gel Extraction (QIAGEN<sup>MR</sup>), cortando y por lo tanto obteniendo sólo la banda deseada; mientras que las muestras sin inespecificidad se purificaron con el kit QIAquick PCR Purification (QIAGEN<sup>MR</sup>).

Las muestras purificadas se secuenciaron en ambas direcciones (forward y reverse) utilizando los iniciadores anidados CbM2 (5'-CCATGACTAATGATATGAAAAAC-3') y Cb-MR1 (5'-TCTTCCTTGAGTCTTAGG-GAG-3'; Tamada *et al.* 2005). Las secuencias obtenidas se alinearon, editaron y ensamblaron manualmente con el programa BioEdit Sequence Alignment Editor v.7.0.0., generando así las secuencias consenso de cada individuo, mismas que se alinearon a la región correspondiente del genoma mitocondrial de *F. catus* (Número de acceso GenBank NC\_001700) con el algoritmo ClustalW y se verificaron visualmente. Al alineamiento se integraron secuencias de un individuo de *P. concolor* (Número de

acceso GenBank AY598487) y de un individuo de *F. catus* (Número de acceso GenBank AB004238).

Con el programa NEBcutter V2.0, se analizaron las secuencias del gen completo de citocromo *b* de las siete especies de felinos y se identificó una región que cumplía los siguientes criterios: 1) presentaba un patrón de sitios de restricción diferentes para cada especie, 2) los sitios de restricción se encontraban conservados entre los individuos de una misma especie y 3) presentaba al menos un sitio de restricción en todas las especies. Se tomaron de GenBank las secuencias disponibles del gen citocromo *b* de otras especies de mamíferos (Cuadro 1) y se alinearon con las secuencias de felinos, para diseñar iniciadores que amplificaran el fragmento con el patrón de restricción distintivo en las siete especies de felinos, pero no en alguna de las otras especies incluidas en el alineamiento.

**Cuadro 1.** Secuencias del gen cit *b* auxiliares en el diseño de iniciadores específicos para felinos.

Especie	Nombre común	No. de acceso GenBank
<i>Canis familiaris</i>	perro doméstico	NC_002008
<i>Canis latrans</i>	coyote	DQ480509
<i>Bassariscus astutus</i>	cacomixtle	AF498159
<i>Bassariscus sumichrasti</i>	cacomixtle	DQ660301
<i>Eira barbara</i>	viejo de monte	AF498154
<i>Galictis vittata</i>	grisón	AF498155
<i>Mephitis mephitis</i>	zorrillo	X94927
<i>Mustela frenata</i>	comadreja	AF498153
<i>Nasua narica</i>	tejón o coatí	DQ660302
<i>Procyon lotor</i>	mapache	DQ660306
<i>Taxidea taxus</i>	tlalcoyote	AF057132
<i>Didelphis virginiana</i>	tlacuache	NC_001610
<i>Homo sapiens</i>	humano	NC_012920

## Resultados

Como resultado del análisis de las secuencias del gen citocromo *b* con el programa NEBcutter v.2.0, se encontró que sólo las enzimas BtsCI y Tsp509I generaban patrones de restricción diagnósticos que cumplieran los criterios requeridos en una región pequeña del gen ( $\leq 300$  pb). Para amplificar dicha región y tomando como base el alineamiento de las secuencias de felinos y de las secuencias auxiliares de otros mamíferos, se diseñaron 12 iniciadores degenerados potenciales. Se seleccionaron los dos más adecuados de acuerdo al programa OLIGO Primer Analysis Software v. 6.51.

Como producto de la amplificación con el par de iniciadores seleccionados se espera un fragmento de 226 pb, mismo que será digerido posteriormente con las enzimas BtsCI y Tsp509I. De acuerdo con la predicción del programa NEBcutter v.2.0, la digestión con la enzima BtsCI permitirá identificar cinco de las siete especies de felinos, al producir un patrón de restricción distinto para *P. yagouaroundi*, *L. wiedii*, *L. pardalis*, *P. concolor* y *P. onca* pero igual para *F. catus* y *L. rufus*, las cuales a su vez, podrán distin-

guirse al realizar otra digestión con la enzima Tsp509I (Cuadro 2 y Figura 1).

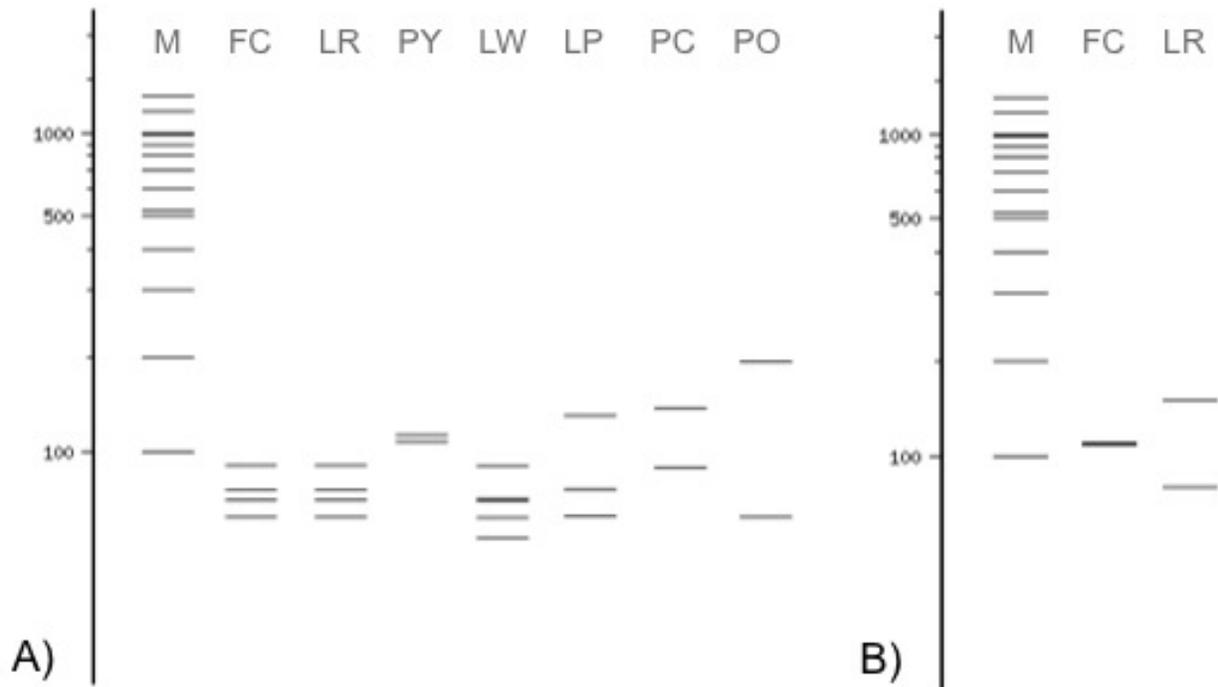
## Discusión

Ernest y colaboradores (2000) identificaron excretas de puma (*P. concolor*) y lince (*L. rufus*) en el Valle de Yosemite, mediante la amplificación de marcadores microsátelites diseñados para gato doméstico (*F. catus*). Aunque en su estudio lograron la identificación de ambas especies de felinos, requirieron del análisis previo de los individuos de esa región (62 y 20 muestras de tejido y sangre de puma y lince, respectivamente) con el fin de registrar los genotipos propios de cada especie. Por otro lado, Palomares y colaboradores (2002) sintetizaron iniciadores especie-específicos para amplificar un fragmento del gen citocromo *b*, a partir de ADN fecal de lince ibérico (*Lynx pardinus*). Sin embargo, observaron ampliificaciones en otras especies del mismo género (*L. lynx*, *L. canadensis* y *L. rufus*), así como ampliificaciones inciertas en excretas de origen desconocido (bandas de mediana y baja intensidad). Además al utilizar esta metodología, se necesitan sintetizar varios

**Cuadro 2.** Predicción del patrón de digestión del fragmento de 226 pares de bases del gen citocromo *b* a partir de las secuencias obtenidas en el presente estudio.

Especie	Digestión 1		Digestión 2	
	BtsCI <sup>a</sup>	Bandas <sup>b</sup>	Tsp509I <sup>a</sup>	Bandas <sup>b</sup>
<i>Felis catus</i>	31, 117, 166	31, 49, 60, 86	112	112, 114
<i>Lynx rufus</i>	31, 117, 166	31, 49, 60, 86	157	69, 157
<i>Puma yagouaroundi</i>	117	109, 117		
<i>Leopardus wiedii</i>	31, 117, 166, 175	9, 31, 49, 51, 86		
<i>Leopardus pardalis</i>	31, 166	31, 60, 135		
<i>Puma concolor</i>	143	83, 143		
<i>Panthera onca</i>	31	31, 195		

<sup>a</sup> Posición en pares de bases en donde ocurre el corte de la enzima. <sup>b</sup> Tamaño en pares de bases de las bandas generadas por el corte de la enzima.



**Figura 1.** Esquema de la predicción del patrón de digestión del fragmento de 226 pares de bases del gen citocromo *b*, realizado con el programa NEBcutter v.2.0. A) Enzima BtsCI. B) Enzima Tsp509I. M=Marcador de peso molecular de 100 pb, FC=*F. catus*, LR=*L. rufus*, PY=*P. yagouaroundi*, LW=*L. wiedii*, LP=*L. pardalis*, PC=*P. concolor*, PO=*P. onca*. El tamaño de las bandas (de abajo hacia arriba) se indica en el cuadro 2 (de menor a mayor). Las bandas 49 y 51 en *L. wiedii* y 112 y 114 en *F. catus* para la enzima Tsp509I, se observan como una sola banda de color más intenso.

iniciadores (de 4 a 7 comúnmente) para cada especie de interés y usar cada par en reacciones separadas. En el presente trabajo se seleccionó la técnica de PCR-RFLP debido a que ha sido ampliamente utilizada en estudios de identificación de especies, por presentar la ventaja de requerir como conocimiento previo sólo la secuencia del marcador molecular seleccionado, ya que en ocasiones es suficiente una sola secuencia por especie de interés, la cual puede ser generada durante la investigación o tomada de secuencias publicadas en bases de datos (Paxinos *et al.*, 1997; Bidlack *et al.*, 2007).

Otra ventaja de la técnica de PCR-RFLP es la posibilidad del empleo de iniciadores universales. Sin embargo, dado que este tipo de iniciadores pueden amplificar ADN de especies de grandes grupos taxonómi-

cos, la discriminación de éstas recae en el uso de las enzimas de restricción, cuyo número tiende a aumentar conforme lo hace el número de especies objetivo, incrementando así el costo y tiempo de la técnica. Este hecho también se ha llegado a observar cuando se trabaja con iniciadores diseñados para una investigación en particular, como en el estudio de Cossíos y Angers (2006) en el que se sintetizaron iniciadores para la amplificación de un fragmento del gen 16S ribosomal de siete especies de carnívoros, diferenciándolas con siete enzimas de restricción. Alternativamente, se han conseguido identificaciones exitosas con la técnica PCR-RFLP utilizando un menor número de enzimas de restricción, al combinarlas con iniciadores específicos diseñados para un grupo de especies más reducido como las familias de los cánidos (Paxinos *et al.*,

1997). Es por esto que en este estudio, se decidió usar iniciadores específicos para felinos que amplificaran una región pequeña del gen citocromo *b* y que presentara un patrón de restricción diagnóstico con el menor número de enzimas posibles.

## Conclusión

Se ha concluido con el diseño del método no invasivo, por lo cual se procederá con la estandarización y aplicación en campo de éste a través de un estudio piloto. Hasta el momento, la metodología aquí desarrollada se muestra como una de las alternativas más prometedoras para la identificación los felinos silvestres que habitan en México, lo cual facilitaría la generación de estrategias de conservación para los mismos.

## Referencias bibliográficas

- Aranda, M. 2005a. *Herpailurus yagouaroundi* (Lacépède, 1809). Pp: 358-359. En: Ceballos, G. y G. Oliva (coords.), *Los mamíferos silvestres de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Fondo de Cultura Económica. D.F., México. 986 pp.
- Aranda, M. 2005b. *Leopardus wiedii* (Schinz, 1821). Pp: 361-362. En: Ceballos, G. y G. Oliva (coords.), *Los mamíferos silvestres de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Fondo de Cultura Económica. D.F., México. 986 pp.
- Bidlack A.L., S.E. Reed, P.J. Palsboll y W.M. Getz. 2007. Characterization of a western North American carnivore community using PCR-RFLP of cytochrome *b* obtained from fecal samples. *Conservation Genetics* 8: 1511-1513.
- Cossíos, D. y B. Angers. 2006. Identification of andean felids feces using PCR-RFLP. *Mastozoología Neotropical* 13 (2): 239-244.
- Ernest, H.B., M.C.T. Penedo, B.P. May, M. Syvanen y W.M. Boyce. 2000. Molecular tracking of mountain lions in the Yosemite Valley region in California: genetic analysis using microsatellites and faecal DNA. *Molecular Ecology* 9: 433-441.
- Farrell, L.E., J. Roman y M.E. Sunquist. 2000. Dietary separation of sympatric carnivores identified by molecular analysis of scats. *Molecular Ecology* 9: 1583-1590.
- Maldonado, J. E. 2006. *Monitoreo de especies raras y amenazadas de mamíferos utilizando análisis genéticos y muestreos no invasivos*. Pp 37-44. En: Vázquez-Domínguez, E. y D. J. Hafner, (eds.), *Genética y mamíferos mexicanos: presente y futuro*. New Mexico Museum of Natural History and Science Bulletin 32, Albuquerque, Nuevo Mexico, Estados Unidos de América. 73 pp.
- Palomares, F., J.A. Godoy, A. Piriz, S.J. O'brien y W.E. Jonson. 2002. Faecal genetic análisis to determine the presence and distribution of elusive carnivores: design and feasibility for the Iberian lynx. *Molecular Ecology* 11: 2171-2182.
- Paxinos, E., C. Mcintosh, K. Ralls y R. Fleischer. 1997. A noninvasive method for distinguishing among canid species: amplification and enzyme restriction of DNA from dung. *Molecular Ecology* 6: 483-486.
- Ramírez, P.J., J. Arroyo y N. González. 2008. *Catálogo taxonómico de especies de México, Mamíferos*. En: Ocegueda, S. y J. Llorente-Bousquets (coords.), *Capital natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad*. CONABIO. D.F., México. CD 1.
- Reed, J.E., R.J. Baker, W.B. Ballard y B.T. Kelly. 2004. Differentiating Mexican gray wolf and coyote scats using DNA analysis. *Wildlife Society Bulletin* 32 (3): 685-692.
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales) 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. *Diario Oficial de la Federación*, 6 de marzo de 2002, 1-56.
- Sunquist, M. y F. Sunquist. 2002. *Wild cats of the World*. The University of Chicago Press, Chicago, Estados Unidos de América. 452 pp.
- Tamada, T., N. Kurose y R. Masuda. 2005. Genetic diversity in domestic cats *Felis catus* of the Tsushima Islands, based on mitochondrial DNA cytochrome *b* and control region nucleotide sequences. *Zoological Science* 22: 627-633.
- Wilson, D.E. y D.M. Reeder. 2005. *Mammal species of the world: a taxonomic and geographic reference*, 3<sup>rd</sup> edn. John Hopkins University Press. Baltimore, Estados Unidos de América. 2 vols., 1944 pp.

# Listado preliminar de abejas silvestres (Hymenoptera: Anthophila) del Bosque Escuela, La Primavera, Jalisco Citar

Osiris Yanid Serrano Pineda<sup>1</sup>, Hugo Eduardo Fierros López<sup>2</sup>, Alejandro Muñoz Urias<sup>1</sup> y Claudia Aurora Uribe Mú<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ecología. <sup>2</sup>Departamento de Botánica y Zoología. División de Ciencias Biológicas y Ambientales, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Camino Ing. Ramón Padilla Sánchez No. 2100, La Venta del Astillero, 45221, Zapopan, Jalisco, México, Universidad de Guadalajara.

✉ [albomarginata72@gmail.com](mailto:albomarginata72@gmail.com)

## Introducción

En la actualidad, numerosas especies de organismos que polinizan desaparecen de las áreas naturales a causa de la pérdida de hábitats, el uso indiscriminado de pesticidas, la introducción de especies invasoras y el incremento en las enfermedades y parásitos (Kearns *et al.*, 1998, Richards 2001). Su ausencia ocasiona pérdidas millonarias al disminuir la producción de cultivos de importancia comercial; las especies de plantas silvestres también se encuentran expuestas a una disminución en su éxito reproductivo, lo cual afecta negativamente la dinámica y diversidad de las comunidades vegetales (Daily *et al.*, 1997; Kearns e Inouye 1997; Black *et al.*, 2011).

Las abejas y abejorros (Anthophila) se caracterizan por presentar el lóbulo pronotal corto y sedas plumosas o ramificadas en el cuerpo (Roubik, 1989; Michener, 2000). En México puede llegar a alcanzar hasta 2000 especies de las familias Colletidae, Andrenidae, Halictidae, Mellitidae, Dasypodidae, Megachilidae y Apidae (Ayala *et al.*, 1993). A diferencia de otros taxa de insectos que visitan flores, los antófilos dependen durante todo su ciclo de vida de los recursos florales, esto los convierte en uno de los grupos más importantes para la polinización. Las abejas silvestres

presentan diferentes grados de especialización y aprovechamiento temporal de los recursos florales, que van desde las especies oligolécticas y estacionales (especialistas) a las polilécticas (generalistas) que pueden tener actividad durante todo el año o bien con una estacionalidad marcada, lo que se refleja en un uso diferencial de los recursos florales (Michener, 2000).

## Objetivo

Realizar el inventario de especies de abejas silvestres presentes en el bosque escuela (CUCEI, U. de G.)

## Materiales y metodología

El estudio se realizó en el bosque escuela (CUCEI, U. de G.), el cual se localiza dentro del Bosque La Primavera en el estado de Jalisco. En el área se realizan actividades silvopastoriles. Las comunidades vegetales que se encuentran son bosques de encino-pino, encino, pino, vegetación riparia y bosque tropical caducifolio (Curiel-Balletes *et al.*, 2002).

Para la realización del listado preliminar de abejas se efectuaron muestreos mensuales durante el año 2012. Para la recolecta

se utilizaron redes entomológicas aéreas y atrayentes químicos (eugenol, eucaliptol, salicilato de metilo y vainillina). Los ejemplares se sacrificaron en cámara letal con acetato de etilo. Adicionalmente se colocaron 20 trampas de color amarillo y azul con agua jabonosa; los individuos que se recolectaron por este método se conservaron en etanol al 70%.

Las abejas silvestres se montaron y etiquetaron. La determinación del material se realizó mediante el uso de literatura especializada (Michener, *et al.*, 1994; Michener, 2000). Posteriormente, los ejemplares se depositaron en la colección entomológica del Centro de Estudios en Zoología (CZUG, U. de G).

## Resultados

En el año 2012 se capturaron 244 ejemplares de abejas. Los datos preliminares mostraron que en la zona de estudio hay 51 es-

pecies de antófilos, los cuales pertenecen a cinco familias y 31 géneros; (figuras 1 y 2). A continuación se presenta el listado de especies ordenado por familias.

### Colletidae

- *Hylaeus (Hylaeana)* sp.1
- *Hylaeus (Hylaeopsis)* sp. 2
- *Hylaeus (Hylaeopsis)* sp. 3
- *Colletes* sp. 1
- *Colletes macconnelli* Metz, 1910

### Andrenidae

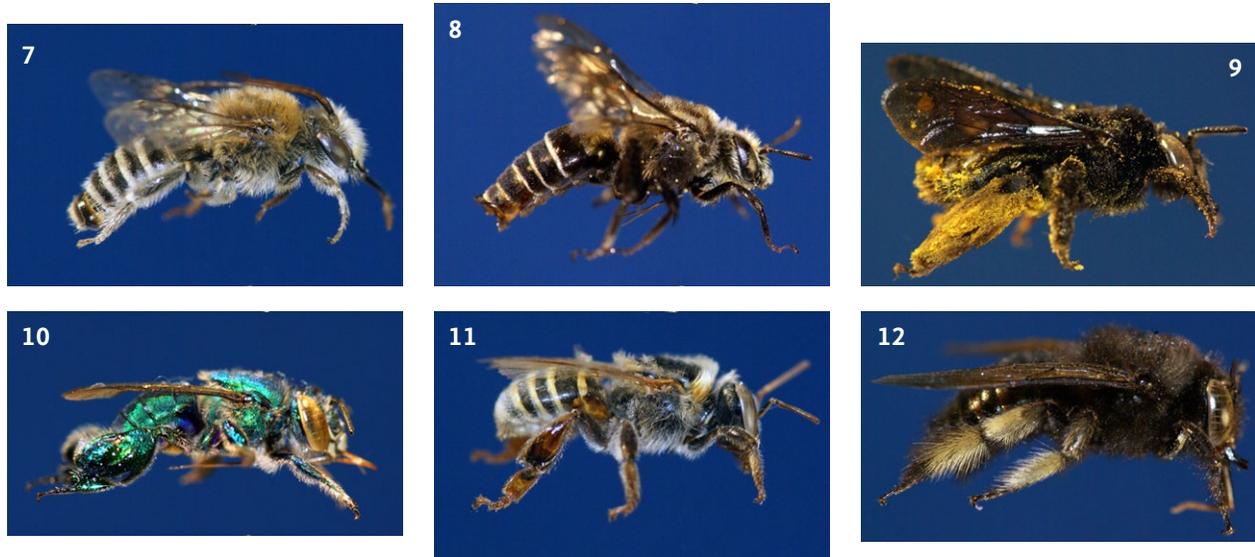
- *Andrena* sp. 1
- *Protandrena (Heterosarus)* sp. 12
- *Calliopsis* sp. 1

### Halictidae

- *Caenohalictus* sp. 1
- *Halictus (Odontalictus) ligatus* Say, 1837
- *Habralictus tradux* (Vachal, 1904)
- *Lasioglossum (Dialictus)* sp. 1
- *Lasioglossum (Dialictus)* sp. 2
- *Lasioglossum (Dialictus)* sp. 3
- *Lasioglossum (Dialictus)* sp. 4



**Figura 1.** Diversidad de abejas silvestres del Bosque Escuela. 1.-*Colletes macconnelli* (Colletidae). 2.-*Andrena* sp. (Andrenidae). 3.- *Augochloropsis metallica* (Halictidae). 4.- *Halictus ligatus* (Halictidae). 5.- *Megachile flavihirsuta* (Megachilidae). 6.- *Dianthidium bohartorum* (Megachilidae).



**Figura 2.** Diversidad de abejas silvestres del Bosque Escuela. 7.-*Melissodes tepaneca* (Apidae). 8.- *Melitoma segmentaria* (Apidae). 9.- *Svastra albocollaris* (Apidae). 10.- *Euglossa viridissima* (Apidae). 11.- *Melipona beecheii* (Apidae). 12.- *Xylocopa melanura* (Apidae).

- *Lasioglossum* (*Lasioglossum*) sp. 1
- *Lasioglossum* (*Lasioglossum*) *argutum* McGinley, 1986
- *Lasioglossum* (*Lasioglossum*) *asaphes* McGinley, 1986
- *Lasioglossum* (*Lasioglossum*) *costale* (Vachal, 1904)
- *Lasioglossum* (*Lasioglossum*) *morrilli* Cockerell, 1818
- *Agapostemon* (*Nonagapostemon*) *texanus* Cresson, 1872
- *Agapostemon* (*Apapostemon*) *obliquus* (Provancher, 1888)
- *Augochlorella pomoniella* (Cockerell, 1915)
- *Augochlorella neglectula* (Cockerell, 1897)
- *Augochlora* (*Augochlora*) *smaragdina* Friese, 1916
- *Augochloropsis* (*Paraugochloropsis*) *metallica* (Fabricius, 1793)

#### Megachilidae

- *Megachile* (*Argyropile*) *flavihirsuta* Mitchell, 1930

- *Megachile* (*Chelostomoides*) *reflexa* Snelling, 1990
- *Megachile* (*Leptorachis*) *petulans* Cresson, 1878
- *Megachile* (*Neochelynia*) *chichimeca* Cresson, 1878
- *Megachile* (*Sayapis*) *policaris* Say, 1837
- *Anthidiellum apicale* (Cresson, 1878)
- *Dianthidium* (*Derachanthidium*) *bohorthorum* Griswold & Michener 1988

#### Apidae

- *Anthophora* (*Heliophila*) *squammulosa* Dours, 1864
- *Mesoplia insignis* (Smith, 1879)
- *Centris* (*Paracentris*) *aterrima* F. Smith, 1854
- *Exomalopsis* (*Exomalopsis*) *arida* Cockerell, 1923
- *Diadasia* (*Coquillettapis*) *australis* Cresson, 1878
- *Melitoma segmentaria* (Fabricius, 1804)
- *Melissodes* (*Melissodes*) *tepaneca* Cresson, 1878

- *Svastra (Epimelissodes) albocollaris* (Cockerell, 1918)
- *Tetraloniella (Loxoptilus) longifellator* (Larberge, 1957)
- *Tetraloniella (Tetraloniella) donata* (Cresson, 1878)
- *Euglossa (Euglossa) viridissima* Friese, 1899
- *Melipona (Melikerria) beecheii* Bennett, 1831
- *Plebeia (Plebeia) cora* Ayala, (1999)
- *Ceratina (Ceratinula) arizonensis*
- *Ceratina (Calloceratina) sp. 2*
- *Ceratina (Calloceratina) sp. 3*
- *Xylocopa (Notoxylocopa) melanura* Cockerell 1819
- *Tripeolus interruptus* Rightmyer, 2008

## Discusión

Se incrementa el número de especies registradas para la zona, ya que en el plan de manejo del Bosque de La Primavera se incluyen 12 especies (Curiel-Ballesteros *et al.*, 2002). Sin embargo las 51 spp. para el área del bosque escuela, equivalen al 21.7% de las especies que hay en Jalisco (Ayala *et al.*, 1996) y comparado con otros estudios con vegetación similar como el Volcán de Tequila y la Sierra del Tigre (172 y 171 especies respectivamente), la riqueza de abejas en la zona es baja.

Es importante incrementar el esfuerzo de colecta para verificar si la riqueza específica es resultado de la intensidad del muestreo o si es un reflejo de las condiciones de la localidad, que tiene actividades de pastoreo y puede ser un factor que impacta la flora melífera y por tanto a la comunidad de abejas.

## Conclusión

Se incrementa a 51 especies de abejas silvestres conocida para la zona de estudio.

Los resultados preliminares muestran que la riqueza de abejas en la zona es pobre comparada con otras localidades, por lo que consideramos necesario realizar muestreos con mayor intensidad.

## Agradecimientos

Los autores agradecen al Dr. Antonio Rodríguez Rivas, por las facilidades para realizar el presente trabajo.

## Referencias bibliográficas

- Ayala, R., T. Griswold y S. H. Bullock. 1993. *The Native Bees of México*. pp. 179-227. En: Ramamoorthy, T.P., R. Bay, A. Lot y J. Fa (Eds.), *Biological Diversity of México, Origin and Distribution*. Oxford University Press. New York. U.S.A.
- Ayala, R., T. Griswold y D. Yanega. 1996. Apoidea (Hymenoptera). pp. 326-464. En: Llorente, J., A. García y E. González (Eds.), *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento*. IBUNAM-UNAM-CONABIO. México, DF.
- Black, S.H., M. Shepherd y M. Vaughan. 2011. Rangeland Management for pollinators. *Rangelands* 33(3):9-13
- Curiel-Ballesteros, A., R.J. Hernández-García, A., Pérez-Zamora, J.F. Calderón-Calderón, H.G. Frías-Ureña, C.F. Barrera-Sánchez, R. Maciel-Flores, M.A. Macías-Rodríguez, O.F. Reyna-Bustos, D. Ibarra-Castillo, L.E. Claudio-García, R. Novelo-González, R. Esparza-Santana, J.P. Corona-Salazar, M.N. Covarrubias-Tovar, S. Mayorga-Castañeda, J.A. Robles-Ascencio, G.A. Delgado-Morales, A. Díaz-Vera, M.C. Carrillo-Rodríguez, V. Jiménez-Rodríguez, R. Gutiérrez-Nájera, y M. Van Der Hoek. 2000. *Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna La Primavera*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Guadalajara. México. 101 pp.

- Daily, G.C. 1997. *Ecosystem Services: Benefits Supplied to Human Societies by Natural Ecosystems. Summary Report*. Ecological Society of America, Washington, D.C. U.S.A.
- Kearns, C.A. y D.W. Inouye. 1997. Pollinators, flowering plants, and conservation biology. *Bioscience* **47**:297-307.
- Kearns, C.A., D.W. Inouye y N.M. Waser. 1998. Endangered mutualisms: The conservation of plant pollinator interactions. *Annual Review of Ecology and Systematics* **28**:83-112.
- Michener, C.D. 2000. *The Bees of the World*. Johns Hopkins University Press. Baltimore. U.S.A. 953 pp.
- Michener, C.D., R.J. McGinley y B.N. Danforth. 1994. *The Bee Genera of North and Central America (Hymenoptera: Apoidea)*. Smithsonian Institution Press. Washington. U.S.A. 209 pp.
- Richards, A.J. 2001. Does low biodiversity resulting from modern agricultural practice affect crop pollination and yield? *Annals of Botany* **88**:165-172
- Roubik, D. 1989. *Ecology and Natural history of tropical bees*. Cambridge University Press. New York. U.S.A. 514 pp
- Willmer, P. 2011. *Pollination and floral ecology*. Princeton University Press. Princeton, U.S.A. 832 pp.

# Hábitos de alimentación, tabaquismo y consumo de alcohol en estudiantes de las licenciaturas de Ingeniero Agrónomo y Medicina Veterinaria y Zootecnia del CUCBA, Universidad de Guadalajara

Zoila Gómez Cruz<sup>1</sup>✉, Araceli Hernández Tinoco<sup>1</sup>, José Pablo Torres Morán<sup>2</sup> y Patricia Landeros Ramírez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Salud Pública. <sup>2</sup>Departamento de Desarrollo Rural Sustentable. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Camino Ing. Ramón Padilla Sánchez No. 2100, La Venta del Astillero, 45221, Zapopan, Jalisco, México, Universidad de Guadalajara.

✉ zoilagomezacruz@hotmail.com

## Introducción

Actualmente los hábitos de alimentación, aunados al consumo de alcohol y tabaco se comportan como factores de riesgo asociados con enfermedades crónicas (Martínez, 2005; Fagestrom, 2002; Corrao, 1999). El estado nutricional de un individuo está determinado por el consumo de alimentos y condicionado por factores como la disponibilidad de éstos, la decisión de compra y por aspectos relacionados con el aprovechamiento biológico, entre otros (Rivera, 2006).

Los hábitos de alimentación que se adquieren en la infancia pueden ocasionar ciertas enfermedades relacionadas con una malnutrición en la edad adulta como: obesidad, diabetes, hiperlipidemias y enfermedades cardiovasculares (Busdiecker, 2000) así como trastornos de conducta alimentaria y osteoporosis (Irazusta, 2007). La transición a la universidad es un periodo crítico para los adultos jóvenes, que a menudo se enfrentan a tomar sus propias decisiones sobre el consumo de alimentos, lo que podría tener un impacto negativo en las conductas alimentarias. Numerosos estudios han demostrado que los estudiantes suelen tener malos hábitos de alimentación, consumir menor cantidad de frutas y verduras,

así como alto consumo de alimentos ricos en grasas y calorías (Deshpande, 2009)

El consumo de tabaco representa un riesgo muy importante para la salud, y es causa de muerte prematura en todo el mundo, el tabaquismo es responsable de 30% de las muertes por cáncer en los países desarrollados (Fagestrom, 2002; Vineis, 2004). El humo del tabaco contiene más de 4,500 sustancias que en su mayoría son tóxicas, incluyendo monóxido de carbono, amonio y sustancias cancerígenas como nitrosaminas e hidrocarburos aromáticos policíclicos, además de nicotina que es altamente adictiva (Fagerstrom, 2002; Pfeffer, 2008)

El tabaquismo se ha relacionado con el desarrollo de enfermedades respiratorias, cardiovasculares y gastrointestinales, así como osteoporosis, el aumento de riesgo perinatal y las neoplasias malignas en diversos órganos (pulmón, cavidad bucal, esófago, páncreas, hígado). Los fumadores tienen un Índice de Masa Corporal (IMC) menor que los no fumadores, no obstante ingieran los mismos alimentos. Se ha observado que los fumadores tienden a consumir menor cantidad de frutas y verduras, lo cual los coloca en desventaja para enfrentar el estrés oxidativo, suelen consumir mayor cantidad de grasas saturadas, por lo

que presentan concentraciones más altas de colesterol. Los fumadores pueden presentar elevaciones transitorias de glucosa e impedir la sensibilidad a la insulina, pudiendo incrementar el riesgo de diabetes (Pfeffer, 2008).

Por otra parte el alcohol es una sustancia adictiva que es consumida frecuentemente por los adultos jóvenes, especialmente entre aquellos que acuden a educación universitaria (Díaz-Martínez, 2008). El consumo excesivo de alcohol es considerado mundialmente un grave problema de salud pública, que tiene efectos negativos en la salud y se asocia con los principales indicadores de morbilidad y mortalidad, como: riesgo mayor de presentar úlceras gastrointestinales, pancreatitis, cirrosis y otras enfermedades hepáticas, hipertensión, enfermedades cerebro-vasculares y cáncer, además de accidentes automovilísticos (León, 2001).

De acuerdo con los resultados de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT) 2012, el 1.9% de los adultos abusa diariamente del alcohol, 6.7% lo hace de manera semanal, 13% mensual y 21.1% ocasionalmente.

Con el propósito de conocer los hábitos de alimentación, consumo de alcohol y tabaco en estudiantes se evaluaron alumnos de las carreras de Ingeniero Agrónomo (Agronomía) y Medicina Veterinaria y Zootecnia (Veterinaria), del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CUCBA) de la Universidad de Guadalajara.

## Materiales y métodos

El presente estudio se llevó a cabo en el CUCBA, participaron 145 alumnos de las carreras de Agronomía y Veterinaria, durante

los ciclos escolares 2012 A y B, del turno matutino. A cada participante se le explicó el propósito del estudio, obteniendo de todos ellos el consentimiento informado.

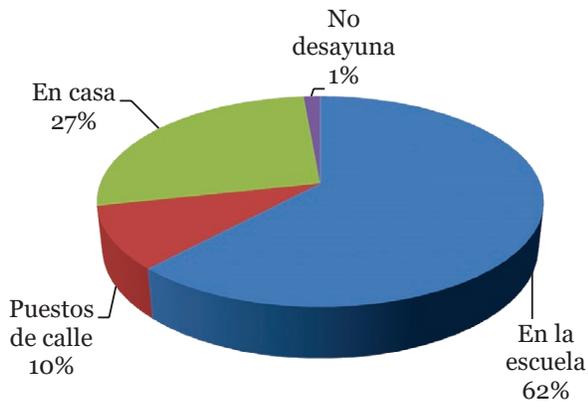
Se utilizó un cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos, adaptado y validado, se recogió información sobre el número de raciones ingeridas de los grupos de alimentos: carnes, cereales, frutas, verduras, grasa, leche, leguminosas y azúcares; además del número de comidas realizadas al día y lugar donde acostumbran tomar el desayuno. Se registraron datos demográficos (edad y sexo) y de estilo de vida (hábitos de consumo de alcohol y tabaco). Para el análisis estadístico, se utilizaron Tablas de contingencia y Prueba de  $X^2$ .

## Resultados

De los 145 alumnos encuestados, 63% (92) fueron del sexo masculino y 37% (53) correspondieron al sexo femenino, con edades de 21 a 25 años  $\pm$  3. Aproximadamente el 70% de los estudiantes, refirió comer 3 a 4 veces al día y el 30% de 1 a 2 veces, de ellos 20% corresponde a alumnos de veterinaria y el resto (10%) de agronomía.

Considerando que la ración del desayuno es una comida importante, especialmente a esta edad, se les preguntó si traían desayuno de casa, sólo el 25% contestó que sí y 29% mencionó que ocasionalmente, es importante señalar que 30% de los encuestados destina para este rubro sólo de 15 a 20 pesos diarios.

La figura 1 muestra los lugares donde desayunan los estudiantes, y se observa que únicamente el 27% toma sus alimentos en casa y el 62% desayuna en la escuela.



**Figura 1.** Lugares donde desayunan los estudiantes de las carreras de Ingeniero Agrónomo y de Medicina Veterinaria y Zootecnia del CUCBA.

En cuanto al consumo de alimentos a base de lácteos y carnes se encontró que un alto porcentaje de alumnos ingieren estos alimentos: 95% y 70%, respectivamente. El 82% de los estudiantes reportó consumir diario cereales y leguminosas. De la información obtenida se observó una baja ingesta de frutas (30%) y verduras (44%) estadísticamente significativa ( $p < 0.05$ ). El 55% de los estudiantes refirieron consumir grasas diariamente, además se encontró que en los estudiantes de agronomía el estado de ánimo (feliz, angustiado o triste) influye de manera significativa ( $p < 0.05$ ) para consumir una mayor cantidad de alimentos, mientras que en los alumnos de veterinaria no se observa esta condición.

Respecto a los hábitos de consumo de tabaco, este estudio mostró que el 27% de los alumnos son fumadores, de los cuales 20% fuma de manera habitual 7% ocasionalmente. Cuando se analizó la relación de tabaquismo y género, se encontró que el 30% de los hombres y 21% de las mujeres, tienen el hábito de fumar.

En relación consumo de alcohol, en el cuadro 1 se muestran los resultados, encontrándose que el 76% de los estudiantes ingiere bebidas alcohólicas. En cuanto al tipo de alcohol, se observó que el 30% tienen preferencia por el consumo de tequila y cerveza y el 19% sólo por cerveza. Cuando se analizaron los resultados de consumo de alcohol por género, se observó que existe una mayor prevalencia en hombres (82%) que en mujeres (66%).

### Discusión

La alimentación es uno de los factores que más condicionan la salud de los individuos, ejerciendo un papel primordial sobre el desarrollo físico e intelectual.

En este estudio se encontró una alta prevalencia (70%) de estudiantes que realizan 3 a 4 comidas al día, sin embargo el 30% de ellos únicamente ingieren 1 a 2 comidas, es-

**Cuadro 1.** Tipo de alcohol consumido entre los estudiantes de las Licenciaturas de Medicina Veterinaria y Zootecnia y de Ingeniero Agrónomo.

Licenciaturas	No consumen alcohol	Tequila	Cerveza	Tequila y cerveza	Tequila, brandy, agua loca y alcohol	Tequila, cerveza y whisky	Tequila, cerveza y ron
Medicina Veterinaria (n= 74)	19	4	22	13	7	6	3
Ingeniero Agrónomo (n= 71)	16	3	6	30	10	6	0
Porcentajes (%)	24	5	19	30	12	8	2

tos resultados son similares a los reportados por diversos autores donde señalan que la población universitaria es un grupo vulnerable desde el punto de vista nutricional, ya que se caracteriza por saltarse comidas con frecuencia (López *et al.*, 2003; López, 1999).

La ingesta de una comida balanceada en las primeras horas del día evita o disminuye el consumo de productos industrializados o comida rápida, que en muchas ocasiones a pesar de tener un costo bajo, son alimentos inadecuados por el desequilibrio que presentan en cuanto a su valor nutritivo, en este estudio se observó que el 30% de los estudiantes destinan de 15 a 20 pesos diarios para el desayuno, lo que puede conducir a ingerir este tipo de alimentos.

La población estudiada presentó comportamientos muy diferentes en cuanto a sus hábitos de alimentación, predominando el alto consumo diario de proteínas a base de lácteos y carnes, resultados similares a los observados por Oliveras *et al.*, (2006). La baja ingesta de frutas (30%) y verduras (44%) observada en este estudio, coincide con el déficit de consumo de estos alimentos reportado por Irazusta (2007), quien menciona que la disminución en la ingestión de este grupo de alimentos, es un componente importante en la etiología de ciertas patologías relacionadas al sistema cardiovascular, cánceres y alteraciones del sistema digestivo.

Aunque el 55% de los encuestados refirieron consumir grasas diariamente, pudo ser debido a que los alumnos no tienen un concepto claro sobre los diferentes tipos de grasas (de origen animal y vegetal) presentes en los alimentos.

En México, se estima que mueren 122 personas diariamente por causas vinculadas con el tabaquismo, éste es causa probable de más de 25 enfermedades (Secretaría de Salud, 2001) y algunos tipos de cáncer (cavidad oral, pulmón, mama, próstata y colon) (Lippman y Levin, 2005), y se estima que los fumadores han de perder entre 20 y 25 años de vida, lo que conlleva a pérdidas económicas a sus familias y al sector salud (Secretaría de Salud, 2001).

Los resultados sobre hábitos de consumo de tabaco encontrados en este estudio son similares a los encontrados por Wiesner (2002) y Guillén *et al.*, (2003) con una prevalencia de tabaquismo en universitarios de 30% y 21% respectivamente y difieren de lo reportado por Castaño *et al.*, (2008), donde se observó una mayor prevalencia (41%) de este hábito, cuando se comparó el consumo de tabaco con respecto al género, se observó que el sexo masculino presenta un mayor porcentaje de fumadores, resultados similares a los reportados por Castaño (2008) y Urquieta (2006).

Respecto al consumo de bebidas alcohólicas, se sabe que el abuso se asocia con padecimientos como cirrosis hepática, hígado graso (Bolet, 2003) lesiones por accidentes de vehículos a motor, dependencia y homicidios. Además se tiene conocimiento que los efectos del alcohol en jóvenes los hace más propensos a manifestar comportamientos de alto riesgo, como depresión, intento de suicidio y/o conductas violentas (Urquieta, *et al.*, 2006).

Llama la atención es este estudio el porcentaje (76%) de estudiantes que consumen algún tipo de bebidas alcohólicas, este dato difiere de lo reportado en la Encuesta Nacional de Adicciones (ENA) 2011, donde la prevalencia de consumo de alcohol en

adultos de 12 a 65 años, fue de 51%, encontrándose una mayor prevalencia en hombres, resultados similares a los reportados por Urquieta (2006), donde menciona que éstos ingieren con mayor frecuencia bebidas alcohólicas en relación a las mujeres, más aún este efecto se acentúa conforme aumenta la edad.

## Conclusiones

El elevado consumo de lácteos y carnes, así como la baja ingesta de frutas y verduras de los estudiantes de este Centro Universitario, ponen de manifiesto una inadecuada alimentación, lo que en un futuro podría contribuir al desarrollo de ciertas enfermedades como desnutrición, sobrepeso u obesidad. Aunque no se encontró un alto porcentaje de estudiantes que consumen tabaco, es importante implementar estrategias dirigidas a la prevención de este hábito, así como establecer medidas que orienten a la población sobre los riesgos a la salud que el consumo de tabaco puede ocasionar. El porcentaje de alumnos que ingieren bebidas alcohólicas, es preocupante, por lo que es importante implementar programas de educación para la salud, ya que este grupo es una población vulnerable y se ha observado que un inicio temprano y el consumo excesivo en esta etapa se asocian con un mayor riesgo de dependencia.

## Bibliografía

Bolet M., Socarrás M. 2003. El alcoholismo, consecuencias y prevención. *Rev Cubana Invest Biomed.* 22 (1) 25-31

Castaño-Castrillón J., Paez M., Pinzón J., Rojo E., Sánchez G., Torres R., Valencia M., García C., Gallego G. 2008. Estudio descriptivo sobre el tabaquismo en la comunidad estudiantil de la Universidad de Manizales 2007. *Rev. Fac. Med.* 56: 302-317.

Corrao G., Bagnardi V., Zambon A., Arico S. 1999. Exploring the dose-response relationship between alcohol consumption and the risk of several alcohol-related conditions a meta-analysis. *Addiction* (94) 1551-1573.

Deshpande S., Basil M., Basil D. 2009. Factors influencing healthy eating habits among college students: an application of the health belief model. *Health marketing quarterly.* 26: 145-164.

Díaz-Martínez A., Díaz-Martínez R., Hernández-Ávila C.A. 2008. Prevalencia del consumo riesgoso y dañino de alcohol y factores de riesgo en estudiantes universitarios de primer ingreso. *Revista de Salud Mental;* 31:271-282.

Encuesta Nacional de Adicciones (ENA). 2011. Reporte de Alcohol. Medina-Mora ME, Villatoro-Velázquez JA, Fleiz-Bautista C, Téllez-Rojo MM, Mendoza-Alvarado LR, Romero-Martínez M, Gutiérrez-Reyes JP, Castro-Tinoco M, Hernández-Ávila M, Tena-Tamayo C, Alvear-Sevilla C y Guisa-Cruz V. México DF, México. Disponible en: [www.inprf.gob.mx](http://www.inprf.gob.mx).

Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT). 2012. Resultados por entidad federativa, Morelos. Instituto Nacional de Salud Pública. Boletín de Práctica Médica Efectiva.

Fagerstrom K. 2002. The epidemiology of smoking. Health consequences and benefits of cessation. *Drugs.* 62 Suppl.2

Irazusta A., Díaz E., Goikouria G., Orozko G., Hoyos S. 2007. Alimentación de estudiantes universitarios. *Cuadernos de Ciencias Médicas.* 8; 7-18.

León D.A. 2001. Alcohol-the changing face of perennial problem. *Int J Epidem;* 30: 653-54.

Lippman S. y Levin B. 2005. Cancer prevention: Strong Science and Real Medicine. *Journal of Clinical Oncology.* 23; 249-253.

López I., Sánchez A., Johansson I., Petkeviciene J., Prattala R., Martínez M. 2003. Disparities in food habits in Europe: systematic review of educational and occupational differences in the intake of fat. *J Hum Nutr Diet.* 16 (5) : 349-364

López N. 1999. Influencia de la estructura social y familiar en el desarrollo de los hábitos alimentarios. En: Tratado de nutrición. Editores: Hernández M y Sastre A. 1355-1365.

Martínez C., Veiga P., López de Andrés A., Cobo J., Carbajal A. 2005. Evaluación del estado nutricional de un grupo de estudiantes universitarios mediante parámetros dietéticos y de composición corporal. *Nutr. Hosp.* (3): 197-203

Oliveras M., Nieto P., Agudo E., Martínez F., López H., López M. 2006. Evaluación nutricional de

una población universitaria. *Nutr Hosp.* 21 (2) 179-183.

**Pfeffer F., Kaufer-Horwitz M., Barquera S. 2008.** Nutrición del adulto En: Casanueva E, Kaufer-Horwitz M, Pérez-Lizaur A, Arroyo P. *Nutriólogía Médica.* 141-171.

**Rivera Barragán, María del R. 2006.** Hábitos alimentarios en estudiantes de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. *Rev Cubana Salud Pública* [online]. 32.(3). Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-34662006000300005&lng=es&nrm=iso](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-34662006000300005&lng=es&nrm=iso). ISSN 0864-3466. Consultado el 23/sep/2013.

**Secretaría de Salud. 2001.** Programa de Acción: Adicciones y Tabaquismo. México D. F. SSA.

**Urquieta J., Hernández-Ávila M., Hernández B. 2006.** El consumo de tabaco y alcohol en jóvenes de zonas urbanas marginadas de México. Un análisis de decisiones relacionadas. *Salud Pública de México.* 48 Suppl. 1. 530-540.

**Vineis P., Alavanja P., Buffler E., Fontham E., Franceschi S., Gao Y. T. 2004.** Tobacco and cancer: recent epidemiological evidence. *J Nat Can Inst.* 96; 99-106.

**Wiesner C., Peñaranda D. 2002.** Encuesta mundial de Tabaquismo en jóvenes reporte de Bogotá. Colombia. *Rev Col Cancerol:* 6: 5-14

[www.conadic.gob.mx](http://www.conadic.gob.mx), [www.cenadic.salud.gob.mx](http://www.cenadic.salud.gob.mx), [www.insp.mx](http://www.insp.mx). Consultado el 23/sep/2013.

# Egresados universitarios y redes sociales en un mercado de trabajo globalizado Citar

Juan Patricio Castro Ibáñez<sup>1</sup>, Bertha Adelina López Arce<sup>2</sup>, Fernando López Alcocer<sup>1</sup> y Martha Alicia Villaseñor Tinoco<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Profesor investigador del Departamento de Desarrollo Rural Sustentable, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Camino Ing. Ramón Padilla Sánchez No. 2100, La Venta del Astillero, 45221, Zapopan, Jalisco, México, Universidad de Guadalajara y Miembros del Cuerpo Académico UDG 671, “Procesos Organizacionales y Formativos para el Desarrollo Regional”. ✉ [cij18361@gmail.com](mailto:cij18361@gmail.com) | [ferlopalc@gmail.com](mailto:ferlopalc@gmail.com)

<sup>2</sup>Profesora investigadora del Departamento de Administración-CUCEA- U de G- Doctora en Educación y Miembro del Cuerpo Académico UDG 671 “Procesos Organizacionales y Formativos para el Desarrollo Regional”.

✉ [adelinal29@hotmail.com](mailto:adelinal29@hotmail.com)

<sup>3</sup>Profesora del Departamento de Historia, Centro Universitario de Ciencias Sociales y Humanidades, Colaboradora del Cuerpo Académico UDG 671 “Procesos Organizacionales y Formativos para el Desarrollo Regional”

✉ [martha.555@hotmail.com](mailto:martha.555@hotmail.com)

## Introducción

El objetivo de este trabajo es presentar los avances del proyecto: “Trayectorias y demandas de competencias profesionales de los egresados de carreras universitarias en un contexto globalizado”. En el caso específico de la exposición se reflexiona el papel de las redes sociales en las trayectorias ocupacionales para el logro de la empleabilidad de los egresados universitarios y se parte de la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuál es el rol que juega la redes sociales del profesional universitario como factor determinante de empleabilidad al momento de la inserción a un mercado de trabajo globalizado?

Para que el egresado universitario logre una empleabilidad que garantice la inserción exitosa al mercado de trabajo debe contar con las competencias profesionales-laborales que demanda el empleador, así como con redes sociales consolidadas en su trayecto socio-histórico, mismo que se manifiesta por las acciones como actor social dinámico a través de prácticas socioculturales, expresión y uso de elementos simbó-

licos construidos en la universidad que se proyectan al mundo de trabajo; se logra así la configuración de redes sociales que favorecen la posterior inserción a los espacios laborales.

## Materiales y métodos

Se aplicó una encuesta a 87 egresados de la carrera de Agronomía de la División de Ciencias Agronómicas del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias y a 53 de la carrera de Turismo de la División de Gestión Empresarial del Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas, ambos de la Universidad de Guadalajara; el instrumento contempló 6 dimensiones de análisis: 1. Datos sociodemográficos; 2. Trayectoria escolar; 3. Trayectoria ocupacional; 4. Redes sociales ; 5. Competencias profesionales y laborales y; 6. Satisfacción con la formación recibida.

El marco analítico de los resultados se sustenta en el enfoque de las redes sociales, como elemento facilitador de las trayectorias profesionales exitosas, el cual llevó a

**Cuadro 1.** Situación laboral en el último año de estudios.

	Turismo	Agronomía	Turismo	Agronomía
Empleo jornada completa	22%	15%		
Empleo jornada parcial	36%	26%		
Negocio propio	4%	28%	68% trabajaban	76% trabajaban
Trabajo por proyectos	6%	7%		
No trabajaba	32%	24%	32%	24%

plantear la siguiente hipótesis: La trayectoria ocupacional exitosa y el desempeño del egresado tiene su impacto causal en función de las redes sociales, con un grado de asociación entre las competencias profesionales, la calidad de la formación y las demandas de un mercado de trabajo flexible. Los avances de investigación en las carreras de turismo y agronomía sólo se centraran en la dimensiones de redes sociales vinculadas a trayectorias profesionales.

## Resultados

Se tiene que el 32% de los encuestados de turismo manifestaron no estar trabajando en el último año de la carrera, a diferencia del 68% que sí trabajaban lo hacían y el tipo de empleo fue: el 22% tenían un empleo de jornada completa, un 36% jornada parcial, el 4% declaró tener negocio propio y un 6% comentó haber trabajado por proyectos.

En el caso de la carrera de agronomía, el 24% de los egresados manifestaron no haber trabajado durante el último año de estudios y el 76% revelaron si haber trabajado, de esta proporción se distribuye en; el 15% de los encuestados señaló haber tenido un empleo de jornada completa, un 26% tenían un empleo parcial, el 28% poseían negocio propio y el 7% trabajaban por proyecto (ver cuadro 1).

A los egresados se les preguntó; ¿Al concluir los estudios buscaste empleo? Las cuatro quintas partes de los egresados contestó que sí buscaron empleo, lo que indica que una alta proporción de ellos tenían las expectativas de obtener una trayectoria profesional ascendente o exitosa: en la población se incluyen a los egresados que no estaban trabajando en el último año de la licenciatura. La otra quinta parte que expreso que no se debe a varios factores, como: se quedó en el empleo, se incorporó a la creación de un negocio o integración al negocio familiar, lo que sugiere que este grupo tiene una trayectoria estancada: Pero es riesgoso generalizar, por lo que se recomienda realizar un estudio cualitativo a esta parte de la población, con el fin de rescatar la valoración de la pertinencia, satisfacción de su carrera y su relación con el empleo para identificar su percepción entorno a su trayectoria profesional (consultar cuadro 2).

Los egresados manifestaron que entre las principales redes sociales que emplearon para insertarse en el mercado de trabajo e ir configurando su trayectoria profesional, sobresale en las dos carreras las redes socio-familiares (turismo 17%; agronomía

**Cuadro 2.** ¿Al concluir los estudios buscaste empleo?

	Turismo	Agronomía
Sí	83%	79%
No	17%	21%

9%), siguiéndole las redes sociales construidas a partir de la relación de empleos anteriores (turismo 9%; agronomía 9%); en tercer término se tiene por invitación de una empresa o institución (turismo 8%; agronomía 5%); en cuarto lugar, a través de la bolsa de trabajo –de las empresas o programas gubernamentales- ( turismo 9%; agronomía 4%); quinta posición, creación de un negocio propio (turismo 6%; agronomía 2%); sexta colocación, integración al negocio familiar (turismo 2%; Agronomía 7%) y séptimo, servicio social (turismo 4%, agronomía 1%).

Se enuncia los casos particulares de cada carrera. Llama la atención en el caso de agronomía en donde el 28% de los egresados encuestados expresaron que la principal red en el que obtuvieron su empleo fue a través del Programa de Prácticas Profesionales (en el caso de turismo no se manifiesta la activación de esta red). En el caso de la red construida a partir de las relaciones de los compañeros de la licenciatura se tiene que el 6% de los egresados de agronomía consiguieron su empleo por este medio, no así en el caso de la carrera de turismo.

Un rasgo peculiar de la carrera de turismo y que no se manifiesta en la carrera de agronomía, es que los egresados de turismo obtuvieron empleo gracias a las ofertas de empleo en Internet (9% de los egresados). Otra red fue a través de los anuncios en el periódico (Consultar cuadro 3).

La acumulación de *Capital Social* y la activación de las redes sociales por parte del profesionista suponen la proyección de una trayectoria ascendente, donde los actores encontrarán realización y satisfacción personal y profesional al ir cumpliendo sus proyectos de vida en el corto, mediano y largo plazo. Al preguntarles de la comparación del primer empleo con el actual expresaron lo siguiente; en el caso de turismo el 38% manifestó que mejoró sus condiciones en el empleo y el caso de agronomía el 48% también manifestó mejoría; en el caso de los egresados que seguía en las mismas condiciones, se tiene que el 19% de los encuestados de turismo y 8% en el caso de agronomía (lo que nos indica una trayectoria profesional estancada); los que pronunciaron que empeoró en turismo no se manifiestan casos, pero sí en agronomía con un 2% de

**Cuadro 3.** Principal medio a través del cual encontraron empleo.

Medio	Turismo	Agronomía	Medio	Turismo	Agronomía
Internet	9%	0%	Alguna asociación que pertenece	0%	0%
Invitación de una empresa o institución	8%	5%	Recomendación de un profesor	4%	0%
Recomendaciones de un amigo o familiar	17%	9%	Servicio social	4%	1%
Recomendaciones de un compañero de la licenciatura	0%	6%	Anuncio en periódico	4%	0%
Creación de un negocio propio	6%	2%	Bolsa de trabajo	9%	4%
Relaciones de empleos anteriores	9%	9%	Prácticas profesionales	0%	28%
Integración a un negocio familiar	2%	7%	No contesto	28%	29%

**Cuadro 4.** Comparación del primer empleo con el actual.

	Turismo	Agronomía
Mejóro	38%	48%
Igual	19%	8%
Empeoró	0%	2%
No aplica	11%	14%
No contesto	32%	28%

los encuestados; otro grupo de encuestados menciona que no aplica, el cual se tiene el 11% en turismo y 14% para agronomía (cabe señalar que existe en ambas carreras la indicación que abrirían un negocio o su integración a un negocio familiar). Un 32% de los egresados de turismo y 28% de agronomía no contestaron el interrogatorio, lo que lleva a suponer que se ubican en trayectorias profesionales estancadas a precarizantes (consultar cuadro 4).

## Discusión

Los procesos de globalización y la introducción de innovaciones científica-tecnológicas, ha generado nuevas demandas de competencia y perfiles profesionales en las carreras universitarias para adquirir una alta empleabilidad en el mercado de trabajo flexible y cuya cualidad es ser heterogéneo, donde se le demanda conocimientos generales y específicos de acuerdo a la diversidad de necesidades de las empresas.

El profesionalista universitario para que pueda tener una trayectoria ascendente en un contexto flexible el mercado de trabajo le demanda una alta empleabilidad, caracterizado con cierto rasgo de autonomía por parte del empleado para tomar decisiones a favor de la empresa, así como la capacidad de dirigir grupos de trabajo e involucrarse en

los procesos de educación y capacitación de los mismos.

## Consideraciones finales

La construcción de una trayectoria profesional, implica invertir en una red social, que por lo general está en expansión, de tal manera que las fuentes de apoyo puedan ser multiplicadas para cubrir un amplio espectro de las contingencias que se presenten en el rumbo laboral o en la construcción de los proyectos de vida.

La redes sociales permitió a los egresados tener una trayectoria ascendente respaldados por las relaciones previas de su historia de vida. La importancia de una trayectoria profesional exitosa se sostiene en la construcción de redes sociales en los individuos y se da en términos de inversión (capital social) para lograr objetivos que sin redes, no lograrían o serían más arduo en un mercado de trabajo globalizado y flexible.

Por último; la universidad pública no tan sólo debe formar profesionistas a la medida para el sector productivo, éste sólo ve a los actores sociales como mercancía, al vender su fuerza de trabajo al momento de ser empleado. La misión de la universidad va más allá de estas demandas, es el de formar actores sociales que configuren una sociedad más equitativa, democrática, por lo que también es necesario que los empresarios y el Estado asuman su responsabilidad socio-política al no endosar la responsabilidad al individuo de su exclusión o inclusión en el mercado de trabajo, por no cubrir los requisitos de la empleabilidad al no contar con las competencias y habilidades para el puesto. En la actualidad generalmente los costos de capacitación corren a cuenta del profesionalista o empleado, por lo que es

necesario también hacer corresponsable al empleador y al Estado en invertir en capacitación que permita incrementar el “capital cultural” y “capital social” que asegure la empleabilidad de los individuos a través de la educación continua o formación para la vida.

## Bibliografía

- ADLER LOMNITZ, Larissa (2002). “Redes sociales y partidos políticos en Chile”. *Redes-Revista hispana para el análisis de redes sociales*. Vol. 3, N° 2. <http://revista-redes.rediris.es>. Consulta: 7/10/13
- ARTILES, Antonio Martín (2008). “Flexiseguridad: ¿Oportunidad o riesgo? Memorias del VI Congreso Nacional de la Asociación Mexicana de Estudios del Trabajo. Santiago de Querétaro. México.
- BOURDIEU, Pierre. (1980) “El Capital Social. Apuntes Provisionales”, en Zona Abierta, Capital Social. Madrid 2001.
- CASTRO IBAÑEZ, J. Patricio (2008). “La formación profesional universitaria en el proceso de globalización”. En B. Noemí Silva G. (coord.) *Sujetos y procesos de la educación superior*. Universidad de Guadalajara. México.
- CASTRO IBÁÑEZ, J. Patricio, Fernando López Alcocer, Martha a. Villaseñor Tinoco (2011). “Los jóvenes agrónomos en Jalisco; hacia la construcción de alternativas de empleabilidad”. En el VII Congreso Nacional de la Asociación Mexicana de Estudios del Trabajo- AMET, A.C.- Mérida Yucatán.
- LÓPEZ ARCE, Bertha Adelina (2005). *El capital social como elemento facilitador en la inserción del profesionista al mercado laboral*. Revista GESPIE, CUCEA, México.

# ¿Es necesario el nombrar para que emerjan las relaciones de equivalencia? Citar

Adriana Gabriela Quezada Velázquez ✉, María Antonia Padilla Vargas y Carlos Javier Flores Aguirre

Centro de Estudios e Investigaciones en Comportamiento, Francisco de Quevedo #180 Arcos Vallarta, Guadalajara, Jalisco, México, Departamento de Ciencias Ambientales, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Camino Ing. Ramón Padilla Sánchez No. 2100, La Venta del Astillero, 45221, Zapopan, Jalisco, México, Universidad de Guadalajara. Teléfono: (33) 3818-0730 ext. 2 Fax: (33) 3818-0730 ext. 4.

✉ [adryque\\_87@hotmail.com](mailto:adryque_87@hotmail.com)

Se denomina relación de equivalencia al fenómeno en el que, a partir de un entrenamiento previo en dos tareas de discriminación condicional, emerge una nueva relación entre estímulos que no han sido entrenados de forma conjunta (Sidman, 1990). No es posible demostrar en un primer momento si la relación condicional emergente y las que fueron entrenadas son equivalentes, sino hasta que éstas son probadas. Para que una relación sea clasificada como de equivalencia debe superar las pruebas de: reflexividad, simetría, y transitividad (Sidman, 1990, 1994, 2000; Sidman & Tailby, 1982).

Distintas posturas teóricas intentan aclarar cómo es que emergen las relaciones de equivalencia. Una de las explicaciones es la que brinda Sidman (1990, 1994, 2000, 2009), la cual supone que la equivalencia es el resultado directo de las contingencias de reforzamiento a las que se expone un individuo. Para él las relaciones de equivalencia consisten en pares ordenados de los elementos que participan en las contingencias de reforzamiento de la discriminación condicional, es decir, estímulos condicionales, estímulos discriminativos, respuesta y consecuencia. Sin embargo, otros autores (Dugdale & Lowe, 1990; Horne & Lowe, 1996) señalan que estímulos físicamente

distintos no pueden ser equivalentes a menos que los individuos los nombren.

Para Horne y Lowe (1996) nombrar (*naming*) es la unidad básica de la conducta verbal. Según esta propuesta, los estímulos se vuelven equivalentes cuando se les da un nombre común, de manera que los participantes son capaces de superar las pruebas de equivalencia mediante el uso de un nombre o etiquetas que les asignan a los estímulos que pertenecen a una misma clase (Dugdale & Lowe, 1990; Horne & Lowe, 1996).

En diversos estudios se ha intentado analizar la función de la conducta de nombrar en la emergencia de relaciones de equivalencia, encontrando evidencia poco sistemática y en algunos casos con resultados opuestos; mientras algunos autores señalan que basta con que el participante cuente en su repertorio con la conducta de escucha para que emerjan relaciones equivalentes (Carr, Wilkinson, Blackman, & McIlvane, 2000; Lazar, Davis-Lang & Sánchez, 1984; Luciano, Gómez & Rodríguez, 2007; O'Donnell & Saunders, 2003; Sidman & Tailby, 1982), otros argumentan que es necesario que el participante sea capaz de hablar para que las relaciones de equivalencia se presenten (Horne, Hughes & Lowe, 2006; Horne, Lowe & Randle, 2004; Lowe, Horne, Harris & Randle, 2002).

La falta de consistencia en los resultados mencionados puede deberse a la manipulación de diversas variables, por ejemplo, el tipo de entrenamiento utilizado, los estímulos empleados, la dimensión de los estímulos utilizados durante el entrenamiento (visual-visual y visual-auditivo), la edad de los participantes, entre otras. Todas estas diferencias entre variables impiden comparar si los resultados fueron funcionalmente equivalentes, así mismo dificulta la posibilidad de reconocer el rol o papel que juega el nombramiento en la formación de clases de estímulos equivalentes.

Con base en la propuesta de Horne y Lowe se podría esperar entonces que la formación de clases de estímulos equivalentes no se presente en niños prelingüísticos, mientras que partiendo de la propuesta de Sidman las relaciones de equivalencia podrían ser resultado de las relaciones de contingencia, independientemente de la capacidad lingüística del participante; fue por ello que el presente estudio se diseñó para evaluar en qué medida la conducta de nombrar era necesaria para posibilitar la emergencia de relaciones de estímulos equivalentes en tareas de igualación a la muestra arbitraria en niños prelingüísticos, identificando si era suficiente para ello con que el participante contara con el repertorio de escucha.

## Método

### Participantes

En el estudio participaron cinco infantes (tres niñas y dos niños) cuya edad oscilaba entre los 11 y los 12 meses, quienes eran atendidos por sus madres en sus domicilios, y que únicamente contaban con el repertorio de escucha; para determinar lo anterior

fueron evaluados con la prueba del área de comunicación del Inventario de Desarrollo Battelle.

### Escenario

El estudio se llevó a cabo en el hogar de los participantes, generalmente en la sala de estar, que medía aproximadamente 2x3 mts., y contaba con luz natural; los muebles con los que contaba el área de trabajo solían ser un sofá para tres personas, un sofá para una persona, un mueble para televisión, y una televisión siempre apagada. Durante las sesiones la madre jamás estaba presente, solamente dos experimentadoras.

### Aparatos e instrumentos

El instrumento empleado constó de seis juguetes distintos que formaban parte de dos clases de estímulos con los que los participantes no habían tenido contacto, los cuales fueron: un delfín de peluche azul con blanco (A1), un chango de hule negro (A2), un micrófono de plástico rojo (B1), un biberón de plástico plateado con tapa verde (B2), una cruz de plástico amarillo (C1), y un hexágono de plástico de color rosa (C2). Además se usó una videocámara SONY (MHS-FS3) para filmar las sesiones de entrenamiento y de prueba.

### Diseño y procedimiento

En la primera fase se entrenó a los participantes en una tarea de igualación a la muestra arbitraria. El entrenamiento iniciaba mostrándoles el estímulo A1 emparejado con el B1 en dos ocasiones, para luego presentar A1 como Estímulo Muestra (EM) y B1 y B2 como Estímulos de Comparación (ECO's) siendo el estímulo B1 el ECO correcto en ese caso. Cuando el participante respondía correctamente la consecuencia era decirle "muy bien (nombre del participante), **éste** va con **éste**" (mostrándole el EM y el ECO correcto) además de la re-

producción de una canción infantil durante 10s; cuando respondía incorrectamente se le corregía mostrándole nuevamente el EM y el ECO correcto juntos y señalándole “mira (nombre del participante) éste va con éste” para posteriormente iniciar un nuevo ensayo. Después de que el participante lograba emitir cinco respuestas correctas consecutivas se realizaba el mismo procedimiento pero ahora con el EM A2 y los ECO’s B2 y B1, siendo B2 el ECO correcto. Una vez que el criterio era alcanzado en la segunda relación entrenada, el participante recibía entrenamiento de forma aleatoria con ambos conjuntos (A1-B1, A2-B2) en dos bloques de 16 ensayos cada uno. Los niños se expusieron a dicho entrenamiento hasta obtener un mínimo de 12 respuestas consecutivas correctas.

La segunda fase consistió de 16 ensayos de prueba. En ocho de ellos los participantes fueron expuestos a la prueba de reflexividad; en cada ensayo se evaluaba cada uno de los cuatro estímulos utilizados durante las fases de entrenamiento mediante la presentación de cada uno de los estímulos como EM y como ECO’s, variando únicamente la posición en la que se encontraban (derecha, izquierda), es decir, se presentaban estos mismos estímulos con su contraparte (ej. EM A1; ECO’s A2 y A1), y los participantes debían elegir el ECO idéntico al EM. Ocho ensayos correspondieron a la prueba de simetría, en la que se evaluaron las dos tareas de discriminación condicional que fueron entrenadas (A1-B1, A2-B2) invirtiendo la función de los estímulos, de manera que el estímulo que fue empleado inicialmente como EM funcionaba ahora como ECO, y viceversa (ej. EM B1, ECO’s A1 y A2; EM B2, ECO’s A2 y A1).

En la tercera fase se aplicó el mismo procedimiento que en la primera, la diferencia

fue que en ésta los participantes fueron entrenados en una primera tarea con el EM B1 y los ECO’s C1 y C2, y en la segunda tarea B2 fue el EM y C1 y C2 los ECO’s; en la primera tarea C1 era el ECO correcto, y en la segunda C2. Este procedimiento se repetía hasta que el participante lograba obtener cinco respuestas correctas consecutivas en cada una de las tareas, para después pasar a un entrenamiento aleatorio en ambas tareas, que constaban, al igual que en la primera fase, de dos bloques consecutivos de 16 ensayos, y cuyo criterio de logro era obtener un mínimo de 12 respuestas correctas.

La cuarta fase consistía de 12 ensayos de prueba, cuatro de los cuales eran de reflexividad y ocho de simetría; en la prueba de reflexividad se evaluaban los dos estímulos que se habían empleado durante la fase de entrenamiento previa y que no habían sido probados (C1 y C2) utilizando el mismo procedimiento que en la segunda fase. Por su parte, en la prueba de simetría se evaluaban las dos tareas de discriminación condicional que habían sido entrenadas (B1-C1, B2-C2) invirtiendo la función de los estímulos, de manera que el estímulo que se había empleado antes como EM ahora se usaba como ECO, y viceversa, el ECO funcionaba como EM (ej. EM B1, ECO’s A1 y A2; EM B2, ECO’s A2 y A1); en esta prueba también se variaba la posición de los ECO’s correctos (derecha, izquierda).

La última fase consistía de 16 ensayos de prueba, de los cuales ocho correspondían a la prueba de transitividad, en la que se tomaba el EM de la primera tarea de discriminación entrenada y los ECO’s de la segunda tarea, el procedimiento se realizó con ambas clases (ej. EM A1, ECO’s C1-C2; EM A2, ECO’s C2-C1) variando la posición de los ECO’s correctos (derecha, izquier-

da). En los ocho últimos ensayos se llevó a cabo la prueba de equivalencia, en la que los ECO's de las segundas tareas entrenadas (ej. C1; C2) se utilizaron como EM's y, mientras que los EM's de las primeras tareas entrenadas (ej. A1; A2) fueron usados como ECO's (ej. EM C1, ECO's A1-A2; EM C2, ECO's A2-A1).

### Resultados

En la Figura 1 se presenta el número de ensayos que cada uno de los participantes requirió para alcanzar el criterio de logro estipulado (previamente mencionado). En general la mayoría de los participantes necesitaron un mayor número de ensayos para satisfacer el criterio del entrenamiento A1-B1 que el del entrenamiento A2-B2, a excepción de los participantes 2 y 3, quienes lograron el criterio de A1-B1 en un menor número de ensayos que en A2-B2. Esto también ocurrió en los entrenamientos B1-

C1 y B2-C2, en los cuales la mayoría de los participantes requirió un menor número de ensayos para lograr el criterio de B2-C2, exceptuando al participante 3, quien necesitó el mismo número de ensayos en ambas fases. Así mismo se puede observar que todos los participantes requirieron una mayor cantidad de ensayos en el entrenamiento A1-B1, A2-B2, que en el entrenamiento B1-C1, B2-C2.

Por otra parte, en la Figura 2 se presentan los porcentajes de respuestas correctas obtenidas por los participantes en cada una de las pruebas. Puede observarse que en general todos los participantes lograron puntajes mayores al 75% de aciertos en todas las pruebas, a excepción del participante 3, quien obtuvo 58.33% de respuestas correctas en las pruebas de reflexividad. En la prueba de equivalencia todos los participantes alcanzaron un porcentaje de respuestas correctas superior al obtenido en la prueba de transitividad, ya que en esta última todos

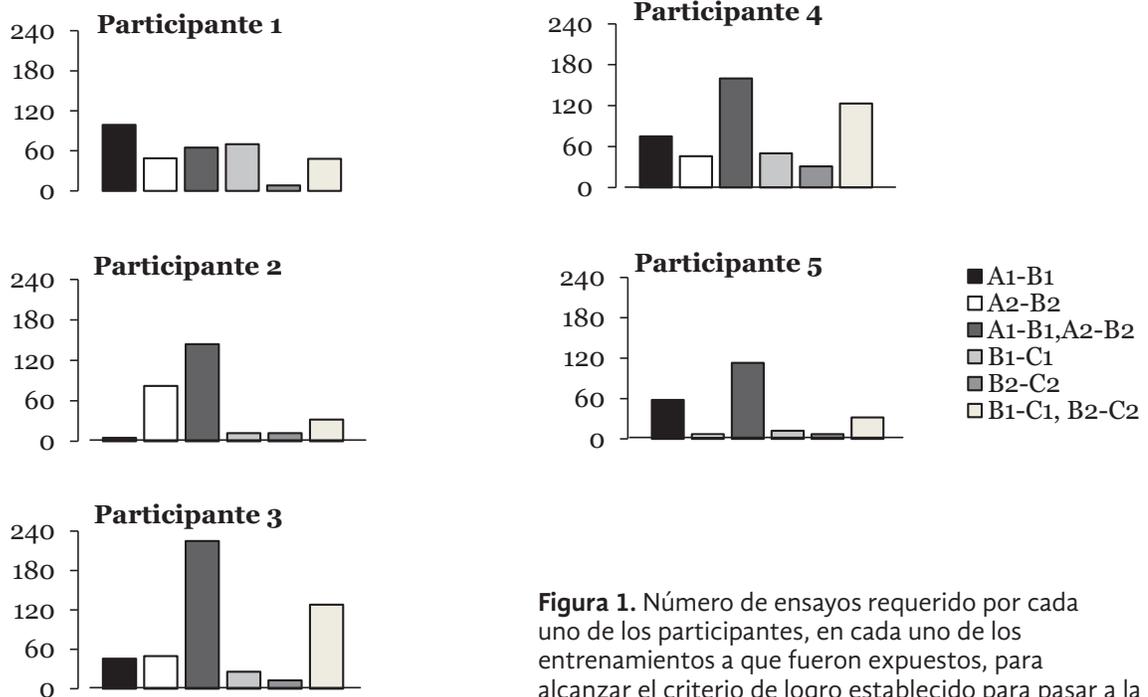
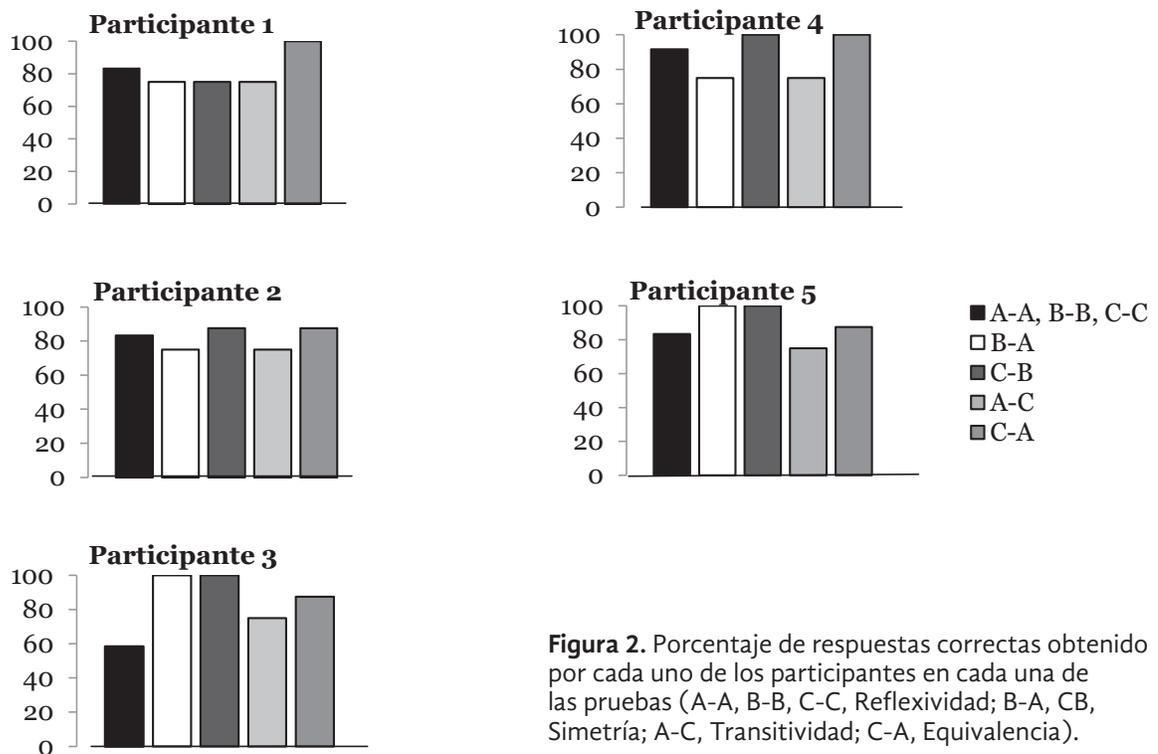


Figura 1. Número de ensayos requerido por cada uno de los participantes, en cada uno de los entrenamientos a que fueron expuestos, para alcanzar el criterio de logro establecido para pasar a la siguiente fase de entrenamiento.



**Figura 2.** Porcentaje de respuestas correctas obtenido por cada uno de los participantes en cada una de las pruebas (A-A, B-B, C-C, Reflexividad; B-A, CB, Simetría; A-C, Transitividad; C-A, Equivalencia).

lograron 75% de aciertos. Los participantes 1 y 4 fueron los únicos que lograron superar la prueba de equivalencia con 100% de respuestas correctas, mientras que los participantes 2, 3 y 5 obtuvieron 87.5%.

### Discusión

Los datos obtenidos se discuten en términos de si el contar con el repertorio de escucha es suficiente para que emerjan las relaciones de equivalencia; así mismo, se discute la posibilidad, como señala Sidman (2000), de que sean las contingencias de reforzamiento lo que posibilita que se generen las relaciones de equivalencia entre estímulos. Por lo tanto, los resultados del presente estudio parecen apoyar el supuesto de que el reper-

torio de nombrar no es necesario para que emerjan relaciones de equivalencia.

### Conclusión

Los resultados parecen demostrar que las relaciones de estímulos equivalentes pueden emerger en niños prelingüísticos, es decir, que no cuentan con un repertorio de hablantes, lo que implica que son incapaces de nombrar los estímulos a los cuales se les expone. Ello parece indicar que el hecho de que los participantes del presente estudio contaran con la conducta de escucha fue suficiente para que establecieran relaciones de equivalencia entre los estímulos a los cuales fueron expuestos. Cabe enfatizar que cuando se dice que no contaban con un repertorio de hablante a lo que se hace re-

ferencia es a que todavía no eran capaces de hablar, aunque dado que si podían seguir instrucciones simples (como señalar un objeto cuando se les pedía que lo hicieran) se dice que ya contaban con un repertorio de escucha.

## Referencias

- Carr, D., Wilkinson, K.M., Blackman, D., & McIlvane, W.J. (2000). Equivalence classes in individuals with minimal verbal repertoires. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 74, 101-114.
- Dugdale, N., & Lowe, F.C. (1990). Naming and stimulus equivalence. En D.E. Blackman & H. Lejeune (Eds.), *Behavior Analysis in Theory and Practice: Contributions and Controversies* (pp. 115-138). Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Horne, P.J., Hughes, J.C., & Lowe, C.F. (2006). Naming and categorization in young children. IV. Listener behavior training and transfer of function. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 85, 247-273.
- Horne, P.J., & Lowe, C.F. (1996). On the origins of naming and other symbolic behavior. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 65, 185-24.
- Horne, P.J., Lowe, C.F., & Randle, V.R.L. (2004). Naming and categorization in young children: II. Listener Behavior training. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 81, 267-288.
- Lazar, R.M., Davis-Lang, D., & Sánchez, L. (1984). The formation of visual stimulus equivalence in children. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 41, 251-266.
- Lowe, C.F., Horne, P.J., Harris, F.D.A., & Randle, V.R.L. (2002). Naming and categorization in young children vocal tact training. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 78, 527-549.
- Luciano, C., Gómez, I., & Rodríguez, M. (2007). The role of multiple-exemplar training and naming in establishing derived equivalence in an infant. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 87, 349-365.
- O'Donnell, J., & Saunders, K.J. (2003). Equivalence relations in individuals with language limitations and mental retardation. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 80, 131-157.
- Sidman, M. (1990). Equivalence Relations: Where do they come from? En D.E. Blackman y H. Lejeune (Eds.), *Behavior Analysis in Theory and Practice: Contributions and Controversies* (pp. 93-114). Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Sidman, M. (1994). Equivalence relations and contingency analysis: The analytic units. En M. Sidman, *Equivalence relations and behavior: A research story* (pp. 321-365). Boston: Authors Cooperative, Inc.
- Sidman, M. (2000). Equivalence relations and the reinforcement contingency. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 74, 127-146.
- Sidman, M., & Tailby, W. (1982). Conditional discrimination vs. matching to sample: An expansion of the testing paradigm. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 37, 5-22.

# Efectos de la novedad en un arreglo contingencial de curiosidad Citar

María Esther Valle Morfín y María Elena Rodríguez Pérez

## Introducción

El término de curiosidad no es un concepto del lenguaje científico sino que se retoma del lenguaje ordinario. Ribes (1990) menciona que el lenguaje ordinario tiene una lógica que se sustenta en las prácticas sociales. Así pues, su significado depende del uso que en el cual se emplee. La Real Academia Española define a la curiosidad como el deseo de alguien de saber y averiguar lo que no le concierne.

En el campo de la psicología, la curiosidad ha sido abordada desde distintos paradigmas siendo Berlyne uno de los principales autores. Berlyne & Croizer (1971) propusieron dos categorizaciones diferentes de la curiosidad. La primera dimensión va desde la curiosidad epistémica hasta la perceptual. La segunda categoría va desde la perceptual hasta la diversa. La curiosidad perceptual se refiere a la excitación por la novedad de los estímulos y se ve reducida por el contacto continuo, mientras que la epistémica está relacionada con el deseo de información. La curiosidad específica se describe como la búsqueda de una pieza de información. La curiosidad diversa es la búsqueda más general de estimulación y se encuentra relacionada con el aburrimiento y la disminución del mismo. Por tanto, la curiosidad se definió operacionalmente de la siguiente forma: cuando el organismo reacciona positivamente ante lo nuevo, extraño, incongruente o misterioso en el ambiente y se mueve hacia ello, explorándolo o manipulándolo (Loewestein, 1994).

Berlyne & Croizer (1971) encontraron que existen situaciones que favorecen la elección de patrones de mayor complejidad como en los sujetos que han estado previamente expuestos a estimulaciones de menor complejidad. Estas elecciones dependerán de factores tales como: la intensidad, duración, novedad y complejidad de los objetos de estímulos del medio ambiente. La novedad, entonces, es un elemento importante para el estudio de la curiosidad. Para incorporar la novedad se requiere de dos condiciones: una familiar y una nueva. Berlyne & Croizer (1971) han demostrado que cuando existe contacto previo o no con los estímulos (llámese novedad) influye en la curiosidad.

La curiosidad se ha considerado como un rasgo de personalidad, término utilizado para referirse a la manera particular de comportarse de una persona. La personalidad se ha estudiado históricamente a través de pruebas verbales y escalas en lugar de emplear tareas que permitan un análisis funcional del comportamiento. Esta conceptualización tradicional trae consigo lo que se ha denominado “errores categoriales” como son: la clasificación de las personas a partir de un criterio de reactividad, la no identificación de la singularidad de cada sujeto; y el no concebir una estabilidad intraindividual, lo que hace imposible la predicción de la conducta (Ribes, 2009).

Así, Ribes (1990) propuso la noción de “estilo interactivo”, en lugar de personalidad, para destacar las características modales, particulares y consistentes de las con-

ductas que permiten la identificación de la individualidad como diferencia. Un estilo interactivo es la tendencia a interactuar de cierta manera como resultado de la biografía particular de cada individuo. Los estilos pueden clasificarse dependiendo de las situaciones genéricas, como arreglos contingenciales, donde se pueda observar las consistencias en los comportamientos a través del tiempo, entre diferentes situaciones, bajo contingencias abiertas y socialmente neutras (Ribes, 1990). La curiosidad, como estilo interactivo, se ha definido a través de dos dimensiones: responsividad a contingencias no prescritas y elección de situaciones con contingencias cambiantes.

Para evaluar la curiosidad desde este enfoque, es necesario tener varios estímulos en una contingencia lo que permitiría identificar a qué responde el sujeto. La manera más adecuada de medir la curiosidad sería dividir el número de estímulos seleccionados entre el número de estímulos totales presentes en la situación contingencial. Debido a lo anterior, se decidió simular una casa con un número variado de estímulos para evaluar la responsividad a contingencias no prescritas. Dicha preparación experimental permitirá al sujeto interactuar con los estímulos presentes, los cuales serán en un primer momento novedosos para el sujeto, ello permitirá identificar las rutas de exploración que el sujeto siga en cada uno de sus acercamientos con los estímulos, y si su comportamiento muestra consistencia.

En la literatura, se recomienda separar las sesiones experimentales a lo largo de un mes, por lo menos, entre la exposición a las tareas (Viladrich & Doval, 2005) para poder hacer identificar una estabilidad temporal en el comportamiento de los sujetos, así como emplear tareas funcionalmente equivalentemente para analizar la estabili-

dad situacional e incluso llevar a cabo una réplica a los 7.5 meses para lograr hacer una predicción de la interacción del sujeto con el contexto.

El objetivo de la presente investigación fue identificar de qué manera la propiedad de novedad en un arreglo contingencial afecta la curiosidad entendida como el desempeño individual ante la elección de contingencias variables y /o la responsividad ante contingencias no prescritas. Además se espera aportar datos acerca de los estilos interactivos, específicamente, del de curiosidad.

## Método

Se diseñó una tarea donde los participantes podían entrar a una casa virtual en la que podrían explorar las habitaciones y manipular ciertos objetos. La figura 1 muestra la casa vista de arriba. Según este plano, se identificaron 8 zonas según si se trataba de la cocina, la sala, etc. Cada zona tenía estímulos para interactuar. Por ejemplo, en la sala había una televisión la cual podía prenderse y ver un video corto. La zona 0 incluyó la zona arbolada que rodeaba la casa. En esta zona, el participante podía caminar entre los árboles y mover un cubo de un lugar a otro antes de entrar a la casa.

El tiempo de exploración se estableció en intervalos regulares fijos. En cada ensayo, los participantes fueron devueltos a la entrada de la casa para evaluar cómo cambiaba la exploración de la casa conforme se familiarizaba con el ambiente y los estímulos disponibles. Las dos fases del experimento se separaron con un intervalo de tiempo de un mes con el fin de evaluar la consistencia intraindividual a través del tiempo.



**Figura 1.** Vista de la casa desde arriba.

### Participantes

Para este estudio participaron de forma voluntaria 5 estudiantes del Centro de Estudio Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, de edades entre 20 y 25 años de edad. Ninguno de los participantes tenía experiencia en este tipo de situación experimental presentada.

### Materiales y aparatos

Se utilizaron computadoras en las que se mostró la tarea experimental programada. Cada computadora tuvo además un teclado y un mouse. Los datos fueron registrados automáticamente por el programa.

### Diseño y procedimiento

Cada participante se ubicó dentro de un cubículo y se expuso a un programa computacional que permitirá manipular estímulos en un ambiente virtual.

Durante la sesión 1, se presentó la casa virtual que el sujeto pudo explorar a partir de la entrada. Luego de tres minutos aproximadamente, se regresó al sujeto al punto de inicio de exploración, la entrada de la casa. En esta primera sesión no tuvo acceso a toda la casa sino a las áreas más cercanas a la puerta principal. La sesión duró aproximadamente 10 minutos.

Para el ensayo 2, se repitió la misma operación que en el ensayo uno excepto que en ésta se dio acceso a otras áreas diferentes de la casa a las cuales no se había podido acceder la sesión pasada. En las sesiones 3, todas las áreas de la casa estaban disponibles para la exploración.

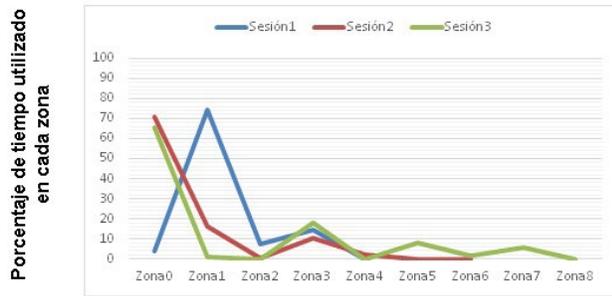
Después de un mes, se repitieron las condiciones de las sesiones 1 a 3. El cuadro 1 resume el procedimiento recién descrito.

### Resultados

Se tomó el tiempo que cada participante pasó en cada una de las zonas (0 a 8) durante cada sesión del experimento. Se consideró como una medida de “curiosidad” el porcentaje de tiempo que el participante dedicó para explorar cada zona y manipular los estímulos presentes en ella. En las figuras 2 y 3 se reportan los resultados para uno de los cinco participantes. En la figura 2, para las sesiones 1, 2 y 3, se puede observar que

**Cuadro 1.** Diseño experimental y sus condiciones.

Sesión	Semana 1			Un mes después	Semana 2		
	1	2	3		4	5	6
Zonas disponibles de exploración	0, 1, 2 & 3	0, 1, 2, 3, 4, 5 & 6	0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 & 8		0, 1, 2 & 3	0, 1, 2, 3, 4, 5 & 6	0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 & 8



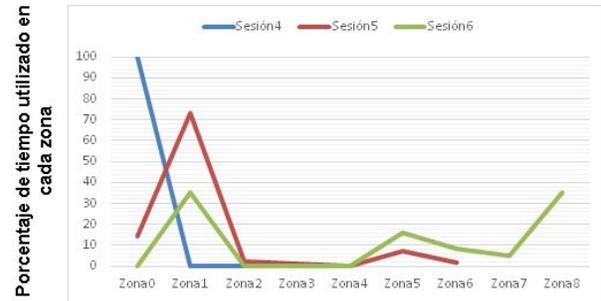
**Figura 2.** Resultados para un participante durante las sesiones 1, 2 y 3 de la primera fase experimental.

el mayor tiempo de exploración que el participante empleó fue en las zonas próximas a la zona 0; es decir, fuera de la casa o en la entrada. El participante exploró muy poco las zonas nuevas disponibles en la sesión 2 y 3 respectivamente. En la figura 3, para las sesiones 4, 5 y 6, se muestra que la exploración se mantuvo en la zona 0 al igual que las tres primeras sesiones experimentales que ocurrieron un mes antes. Sin embargo, en la sesión 6 se aprecia un ligero realce en la exploración de la zona 8 – zona novedosa y disponible sólo hasta al final de la fase experimental.

[Insertar Figuras 2 y 3]

## Discusión y conclusión

Parece que la exploración estuvo influenciada por la proximidad de las áreas en el punto de partida. A pesar de que todas las zonas de la casa virtual incluyen estímulo que puede ser manipulado, el participante no exploró las nuevas zonas disponibles en sesiones 2 y 3 de la fase 1. Esto sugiere que la presencia de estímulos no garantiza la exploración y la manipulación vinculada con la curiosidad. Parece que se necesita información sobre las zonas de exploración para promover una mayor exploración de zonas lejanas al punto de partida. Por lo tanto, las variables que parecen influir en la explora-



**Figura 3.** Resultados para el mismo participante durante las sesiones 4, 5 y 6 de la segunda fase experimental que ocurrió un mes después.

ción de las nuevas zonas tienen que ver con la información respecto al ambiente y sus posibilidades de interacción. Por esta razón, se sugiere que se evalúe el efecto de las siguientes variables en la exploración del ambiente virtual: instrucciones sobre cómo acceder a nuevas áreas y estímulos, el tiempo disponible para exploración en cada ensayo, las rutas disponibles y la variabilidad en el punto de inicio. También, se podría utilizar una tarea menos compleja en términos de manipulación y la exploración que permitan una mejor evaluación de las variables asociadas a la novedad y la curiosidad.

## Referencias

- Berlyne, D.E. & Croizer, J. B. 1971. Effects of complexity & prochoice stimulation on exploratory choice. *Perception & Psychophysics* **10**: 242-246.
- Loewestein, G. 1994. The Psychology of Curiosity: A review and reinterpretation. *Psychological Bulletin* **116**: 75-98.
- Ribes Iñesta, E. 1990. *Psicología general*. Editorial Trillas, México. 273 pp.
- Ribes Iñesta, E. 2009. La personalidad como organización de los estilos interactivos. *Revista Mexicana de Psicología* **26**: 145-161.
- Viladrich, M.C. & Doval, E. 2005. Requisitos psicométricos para test conductuales de personalidad. *Acta Comportamental* **13**(1): 67-78.

# Actividad electroencefalográfica durante la estimulación visual erótica en hombres jóvenes: efecto del alcohol Citar

Claudia del Carmen Amezcua Gutiérrez✉, Marisela Hernández González, Araceli Sanz Martín y Miguel Ángel Guevara Pérez

Universidad de Guadalajara, Instituto de Neurociencias, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Camino Ing. Ramón Padilla Sánchez No. 2100, La Venta del Astillero, 45221, Zapopan, Jalisco, México, Universidad de Guadalajara

✉ [camezcu@cencar.udg.mx](mailto:camezcu@cencar.udg.mx)

## Introducción

En la sociedad actual, el alcohol ha sido utilizado como acompañante de la comida y asociado al festejo, la convivencia y a otros muchos contextos sociales como los encuentros sexuales. Está ampliamente descrito que la ingesta de una dosis moderada de alcohol induce relajación, euforia, incremento de la toma de riesgos, desinhibición conductual y sexual (Cooper & Orcutt, 1997; George & Marlatt 1986; George & Norris, 1991); mientras que altas dosis inhiben el comportamiento sexual y dificultan la erección penénea (Farkas & Rosen, 1976). Los efectos del alcohol resultan de su acción sobre estructuras cerebrales como la corteza prefrontal (CPF), la cual juega un papel fundamental en la modulación de impulsos sexuales (Beauregard *et al.* 2001; Knoch & Fehr, 2007) y en la regulación de los estados de motivación y excitación sexual entre otros (Anokhin *et al.* 2006). A nivel experimental se ha demostrado la eficacia de películas eróticas para generar excitación sexual en los seres humanos (Exton *et al.* 2000; Koukounas & McCabe, 1997). Asociado a este estado de excitación sexual, se han reportado cambios característicos en la actividad eléctrica cerebral (EEG), como por ejemplo, un aumento de frecuencias rápidas y un decremento de la sincronización entre áreas corticales en hombres jóvenes

(Cohen *et al.* 1976; Hernández-González *et al.* 2013). Por su parte el alcohol también afecta la actividad EEG. Schwartz y cols. (Schwartz *et al.* 1981) encontraron que durante los primeros 30 minutos -la llamada fase de absorción del alcohol- actúa como estimulante asociado a un patrón EEG característico consistente en un aumento de las frecuencias rápidas alfa y beta y una disminución de las frecuencias lentas delta y theta. Mientras que durante la fase de eliminación, éste actúa como depresor ejerciendo un efecto sedante asociado a una respuesta EEG inversa (incremento de delta y theta y disminución de rápidas). A pesar del considerable interés en las bases neuronales de los efectos del alcohol, la cuestión de cómo afecta la funcionalidad cerebral durante la fase de excitación sexual ha recibido poca atención. Por lo que el objetivo del presente trabajo fue investigar, si una dosis moderada de alcohol influye en la organización funcional del cerebro durante la estimulación visual erótica.

## Materiales y métodos

### Participantes

Veinticuatro hombres sanos, diestros, heterosexuales, de 23 a 31 años de edad (Media, 27; DS=.044), con un peso promedio de 77.6 kilogramos, sin tratamiento médico, y

sin antecedentes de daño cerebral, desórdenes psiquiátricos, o uso de drogas. Los participantes fueron asignados de manera contrabalanceada a uno de 2 grupos: Los del grupo alcohol (GA n=12) ingirieron 4.3 ml/kg de vino tinto (equivalente a 0.45g/kg de alcohol), mientras que los del grupo placebo (GP n=12) ingirieron 4.3 ml/kg de una bebida de uva con sabor, color y textura similar al vino tinto pero sin alcohol.

### Concentración de alcohol en sangre (CAS)

La medida de este parámetro se efectuó mediante un alcoholímetro digital (Alcoscan AL-6000), al inicio de la sesión experimental, 25 min posteriores a la ingesta de la bebida y antes de observar los videos.

### Estímulos visuales

Se utilizaron dos videos a color (neutro o erótico) sin sonido, presentados en orden aleatorio (5 minutos cada uno). El estímulo neutro fue tomado de la película "The Long Shadow" (Edelényi & Zsigmond, 1992) y muestra a un hombre caminando entre la multitud; el estímulo erótico fue extraído de la película "The Catwoman" (Leslie, 1988) y muestra escenas eróticas y de interacción sexual.

### Escala de excitación sexual (SAS)

Para evaluar el grado de excitación sexual de los sujetos ante la observación de los vi-

deos, se les aplicó una escala tipo Likert de excitación sexual (SAS), creada por los autores y utilizada en otros estudios (Figura 1) (Ruiz-Díaz *et al.* 2012).

### Registro de EEG

Treinta y cinco minutos posteriores a la ingesta de la bebida, se registró el EEG en 3 condiciones con una duración de 5 minutos cada una: En reposo con ojos abiertos (línea basal, LB) y durante la estimulación visual con contenido erótico (VE) o neutro (VN). El EEG fue registrado por medio de un polígrafo Grass, modelo P-7 (filtros de 0.1 a 30Hz). Se colocaron electrodos en las derivaciones: F3, F4, T3, T4, P3 y P4, con orejas cortocircuitadas como referencia, de acuerdo con el sistema internacional 10-20. Se capturaron segmentos de 1024 puntos a una frecuencia de muestreo de 512 Hz. Por medio del programa CHECAsEN [Guevara, Sanz-Martín., Corsi-Cabrera, Amezcua-Gutiérrez & Hernández-González, 2010] se revisó el EEG fuera de línea y se aplicó la transformada rápida de Fourier para calcular la Potencia Absoluta (PA); La Potencia Relativa (PR) y los espectros de correlación interhemisférica y de correlación intrahemisférica para las bandas tradicionales del EEG: delta d (1-3.5 Hz), theta q (4-7.75 Hz), alfa 1 a1 (8-10.5 Hz), alfa 2 a2 (11-13.5 Hz), beta1 b1 (14-19.5 Hz) y beta2 b2 (20-30 Hz).

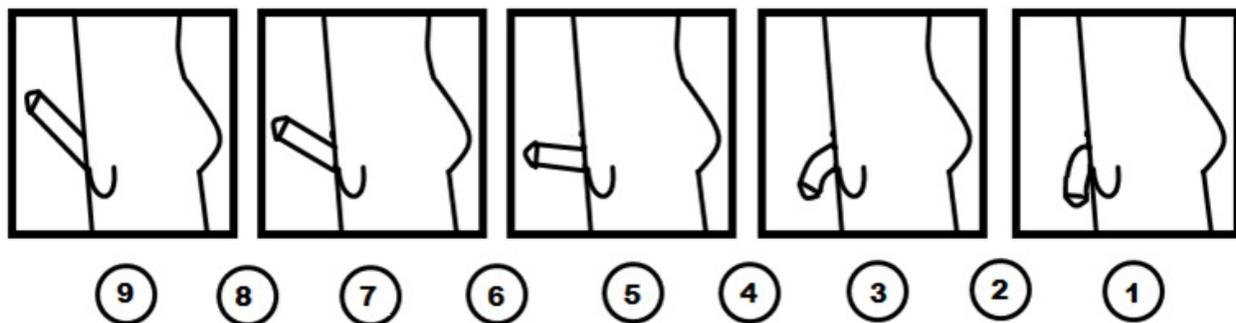


Figura 1. Escala de excitación sexual (SAS).

### Análisis estadístico

La LB fue restada de las condiciones de VE y VN. Se realizaron Análisis de varianza de parcelas divididas (grupo x condición) para cada derivación y banda así como para la escala (SAS). Posteriormente, con las interacciones significativas, se realizaron pruebas Tukey con un nivel de significancia de  $p < 0.05$ .

### Resultados

El valor promedio obtenido del CAS 25 minutos posteriores a la ingesta de alcohol fue de  $0.035 \pm 0.061$  (media  $\pm$  DE) g/l y este valor se mantuvo estable durante las siguientes mediciones. No presentándose diferencias significativas. En cuanto a la evaluación de los videos, no se encontraron diferencias significativas entre los grupos, pero si diferencias significativas entre los videos,  $F(1,23) = 71.15$ ,  $p \leq 0.0001$ . Sólo el video erótico generó un nivel moderado de excitación sexual, en contraste con el video neutro (Cuadro 1).

Durante la observación del video erótico el grupo placebo (GP) presentó una mayor PA en la banda beta 2 en comparación

con el video neutro en F4,  $F(1,22) = 5.32$ ,  $p = 0.029$ ] (Figura 2). En esta misma condición el GP presentó una disminución de la PR en alfa1 en F3,  $F(1,22) = 4.65$ ,  $p = 0.040$ , y en F4,  $F(1,22) = 17.68$ ,  $p = 0.001$ , así como un aumento de la PR en las bandas beta 1 en F4,  $F(1,22) = 4.72$ ,  $p = 0.039$ , y beta2 en (F3 y F4),  $F(1,22) = 4.0$ ,  $p = 0.05$ ,  $F(1,22) = 7.25$ ,  $p = 0.013$ , en comparación con el video neutro (Figura 3). Sólo el GP presentó ante la observación del video erótico una menor correlación Inter-prefrontal en comparación con el video neutro en alfa1,  $F(1,22) = 7.83$ ,  $p = 0.01019$ , alfa2  $F(1,22) = 8.07$ ,  $p = 0.00929$ , y beta1  $F(1,22) = 6.23$ ,  $p = 0.01949$  (Figura 4). En esta misma figura también se puede observar la interacción entre grupos por condiciones, este efecto sólo fue evidente en el GP en alfa2  $F(1,22) = 6.06$ ,  $p = 0.02102$ , y beta1  $F(1,22) = 5.69$ ,  $p = 0.02470$ ).

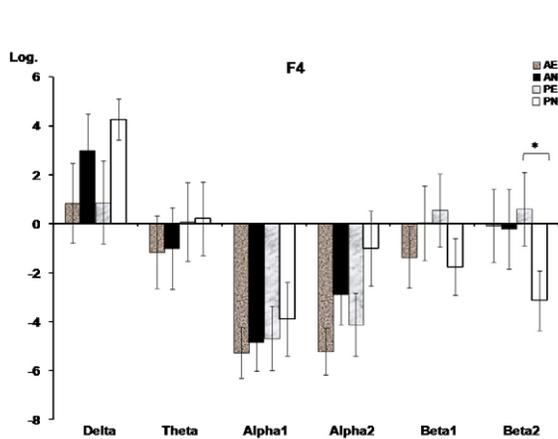
### Discusión

Los datos obtenidos muestran que una dosis moderada de alcohol suprime los cambios EEG de la corteza prefrontal asociados con la observación de videos eróticos, esto sin afectar el nivel de excitación sexual re-

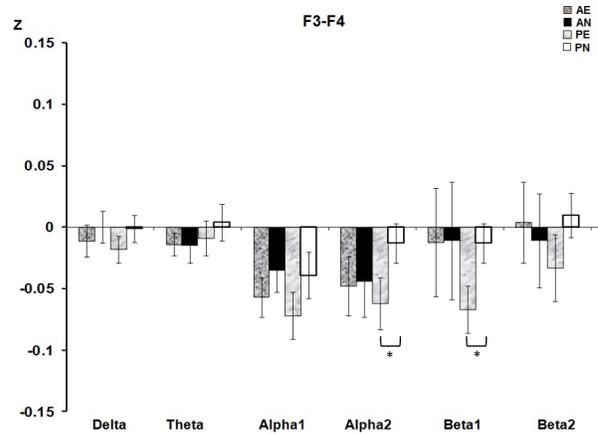
**Cuadro 1.** Valores de excitación sexual inducida en los sujetos de los grupos alcohol y placebo durante la observación de los videos erótico y neutro.

Grupos	Video Erótico	Video Neutro
	X (D. S.)	X (D.S.)
Alcohol	4.417 (2.193) *	1 (0)
Placebo	4.083 (1.832)*	1 (0)

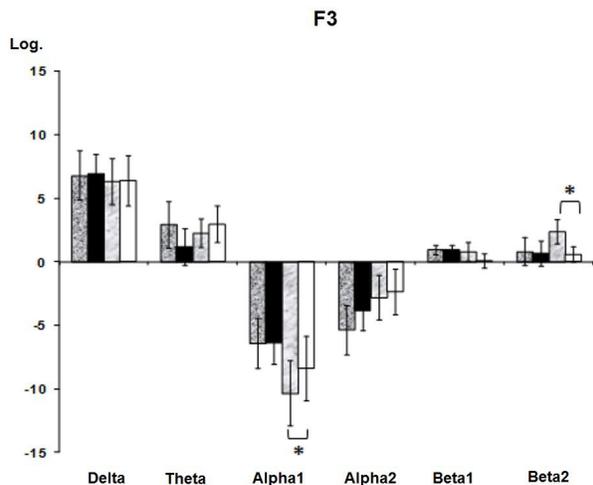
\*  $p \leq 0.05$  respecto al video Neutro



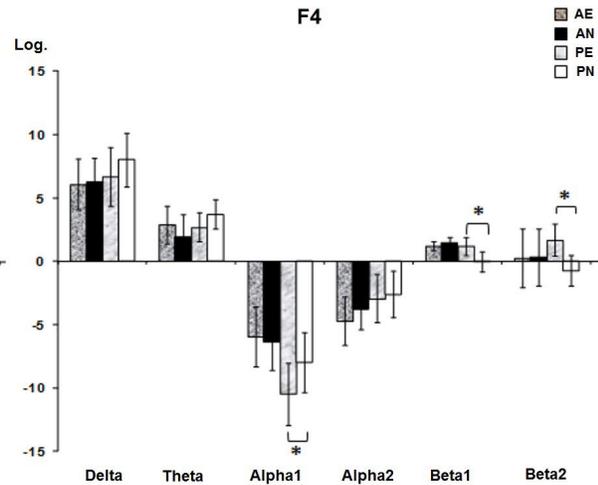
**Figura 2.** Media +/- 2 errores estándar de los valores de Potencia Absoluta en las bandas de frecuencia en las que se encontraron interacciones significativas entre los grupos (alcohol, placebo) y condiciones (video erótico o neutro). El estado basal se restó de las condiciones video erótico o neutro, AE (Grupo alcohol con estímulo erótico, AN, Grupo alcohol con estímulo neutro, PE Grupo placebo con estímulo erótico; PN, Grupo placebo con estímulo neutro. \* (p < 0,05).



**Figura 4.** Media +/- 2 errores estándar de los valores de correlación interhemisférica entre áreas frontales en las bandas de frecuencia en las que se encontraron interacciones significativas entre los grupos (alcohol, placebo) y condiciones (video erótico o neutro). \* (p < 0,05).



**Figura 3.** Media +/- 2 errores estándar de los valores de Potencia Relativa en las bandas de frecuencia en las que se encontraron interacciones significativas entre los grupos (alcohol, placebo) y condiciones (video erótico o neutro). El estado basal se restó de las condiciones video erótico o neutro. \* (p < 0,05).



portado por los sujetos. Esto concuerda con otros estudios que han demostrado que el alcohol no afecta la evaluación subjetiva de excitación sexual (Briddell *et al.* 1978; Briddell & Wilson, 1976; George *et al.* 2006). Es probable que los cambios en el EEG presentados en el GP estén asociados con la

mayor atención a los estímulos eróticos. El posible efecto del alcohol en el EEG de la corteza prefrontal podría relacionarse con un procesamiento deficiente de los estímulos visuales. Tal vez el alcohol impida el procesamiento adecuado de cada estímulo visual, haciendo que la corteza prefrontal

responda de manera similar ante la observación del video neutro y del erótico sin afectar la percepción subjetiva de la excitación sexual en los participantes. Principalmente el GP presentó ante el video erótico una menor correlación Inter-frontal. Esta asimetría puede ser consecuencia de las diferencias hemisféricas en el procesamiento de estímulos sexuales y la excitación sexual.

## Conclusión

El alcohol suprime los cambios EEG de la corteza prefrontal asociados con la observación de videos eróticos, sin afectar el nivel de excitación sexual reportado. Los participantes que bebieron alcohol presentaron cambios en el EEG asociados a una menor atención a los videos, mientras que los que ingirieron placebo mostraron un patrón EEG característico según el tipo de video que observaron (erótico y neutral). El alcohol puede tener un efecto nocivo en la funcionalidad cortical interfiriendo en la adecuada percepción e interpretación de los estímulos eróticos en los jóvenes. A fin de discernir si estos cambios en el EEG pueden ser indicadores de excitación sexual en hombres jóvenes se requiere investigación adicional, relacionada a la medición objetiva de la erección peneana ante la estimulación visual erótica.

## Referencias bibliográficas

- Anokhin, A.P., Golosheykin, S., Sirevaag, E., Krist-Jansson, S., Rohrbaugh, J.W. & Heath, A.C. (2006). Rapid discrimination of visual scene content in the human brain. *Brain Research*, 1093 (1), 167-177.
- Beauregard M., Levesque, J. & Bourgouin, P. (2001). Neural correlates of conscious self-regulation of emotion. *Journal of Neuroscience*, 21 (18), RC165.
- Briddell, D.W. & Wilson, G. T. (1976). Effects of alcohol and expectancy set on male sexual arousal. *Journal of Abnormal Psychology*, 85 (2), 225-234.
- Briddell, D.W., Rimm, D.C., Caddy, G.R., Krawitz, G., Sholis, D. & Wunderlin, R.J. (1978). Effects of alcohol and cognitive set on sexual arousal to deviant stimuli. *Journal of Abnormal Psychology*, 87 (4), 418-430.
- Cohen, H.D., Rosen, R.C. & Goldstein, L. (1976). Electroencephalographic laterality changes during human sexual orgasm. *Archives of Sexual Behavior*, 5 (3), 189-199.
- Cooper, M.L. & Orcutt, H.K. (1997). Drinking and sexual experience on first dates among adolescents. *Journal of Abnormal Psychology*, 106 (2), 191-202.
- Edelényi, J. (Productor) & Zsigmond, V. (Director). (1992). *The Long Shadow* [cinta cinematográfica]. Estados Unidos: Similar Entertainment, Inc.
- Exton, N.G., Truong, T., Exton, M.S., Wingenfeld, S.A., Leygarf, N., Saller, B., Hartmann, U. & Schedlowski, M. (2000). Neuroendocrine responses to film induced sexual arousal in men and women. *Psychoneuroendocrinology*, 25 (2), 187-199.
- Farkas, G.M. & Rosen, R.C. (1976). Effect of alcohol on elicited male sexual response, *Journal of Studies on Alcohol*, 37 (3), 265-272.
- George W.H., Davis, K.C., Norris, J., Heiman, J.R., Schacht, R.L., Stoner, S.A. & Kajumulo, K.F. (2006). Alcohol and erectile response: the effects of high dosage in the context of demands to maximize sexual arousal. *Experimental and Clinical Psychopharmacology*, 14 (4), 461-470.
- George, W.H. & Marlatt, G.A. (1986). The effects of alcohol and anger on interest in violence, erotica, and deviance. *Journal of Abnormal Psychology*, 95 (2), 150-158.
- George, W.H. & Norris, J. (1991). Alcohol, disinhibition, sexual arousal, and deviant sexual behavior. *Alcohol Health & Research World*, 15 (2), 133-138.
- Guevara, M.A., Sanz-Martín, A., Corsi-Cabrera, M., Amezcua-Gutiérrez, C. & Hernández-González, M. (2010). Checasen: Programa para revisar señales EEG fuera de línea. *Revista Mexicana de Ingeniería Biomédica*, XXXI (2), 135-141.
- Hernández-González, M., Amezcua, C. Sanz-Martín, A., Rivera-Sánchez, K. & Guevara, M.A. (2013). Sexual arousal decreases the functional synchronization between cortical areas in young men. *Journal of Sex & Marital Therapy*, 39 (3), 264-279.
- Knoch, D. & Fehr, E. (2007). Resisting the power of temptations: the right prefrontal cortex and

- self-control. *Annals of the New York Academy of Science*, 1104, 123-134.
- Koukounas, E. & McCabe, M. (1997). Sexual and Emotional variables influencing sexual response to erotica. *Behaviour Research and Therapy*, 35 (3), 221-231.
- Leslie, J. (Producer) & Leslie, J. (Director). (1988). *The Catwoman* [cinta cinematográfica]. Estados Unidos: Iridium Pictures Digital Entertainment.
- Ruiz-Díaz, M., Hernández-González, M., Guevara, M.A., Amezcua, C. & Ágmo, A. (2012). Prefrontal EEG correlation during Tower of Hanoi and WCST performance: Effect of emotional visual stimuli. *Journal of Sexual Medicine*, 9 (10), 2631–2640.
- Schwartz, E., Kielholz, P., Goldberg, L., Gilsdorf, U., Hofstetter, M., Ladewig, D., Miest, P.C., Reggiani, G. & Richter, R. (1981). Alcohol-induced biphasic background and stimulus elicited EEG changes in relation to blood alcohol levels. *International Journal of Clinical Pharmacology, Therapy and Toxicology*, 19 (3), 102-111.

# Estudio retrospectivo de los tumores de células redondas diagnosticados en el Centro de Investigaciones en Patología Animal durante el periodo 2008–2012 Citar

Jaime Coronilla Martínez<sup>1</sup>✉, Raúl Leonel de Cervantes Mireles<sup>2</sup>, Víctor Barragán Cano<sup>2</sup>, Carlos Baldwin Sevilla y Milagros Orozco Delgado<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Zacatecas, Carretera Panamericana km 31.5, El Cordovel, Enrique Estrada, Zacatecas.

<sup>2</sup>Departamento de Medicina Veterinaria, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Camino Ing. Ramón Padilla Sánchez No. 2100, La Venta del Astillero, 45221, Zapopan, Jalisco, México, Universidad de Guadalajara.

✉ [jaimecmtz89@gmail.com](mailto:jaimecmtz89@gmail.com)

## Resumen

Los tumores de células redondas son un grupo de neoplasias de piel histológicamente similares, con una celularidad elevada y forma redonda, como su clasificación lo dice. Los tumores más comunes son los histiocitomas, tumores venéreos transmisibles (TVT), mastocitomas, linfoma cutáneo y plasmocitomas. En este estudio se utilizaron los casos remitidos al CIPA durante el periodo 2008 - 2012, considerando los variables raza, edad, sexo y localización anatómica. El total de tumores de células redondas fue 63, de los cuales el mastocitoma es el más diagnosticado con un 47.62%, seguido del histiocitoma con 33.33%, el tumor venéreo transmisible con 11.11%, el linfoma cutáneo con 4.76% y el plasmocitoma con 3.18%. En cuanto a la edad, el promedio general es a los 6.85 años, siendo los machos los más afectados con el 61% y la raza criolla la más frecuente con el 23.80%. La localización anatómica comúnmente afectada es la pelviana con el 22.22%. Los resultados obtenidos son de importancia para los clínicos y patólogos de la zona metropolitana de Guadalajara, sin embargo es importante realizar pruebas complementarias como

tinciones especiales e inmunohistoquímica para un diagnóstico más certero.

## Introducción

Las neoplasias de piel y tejidos blandos son las más comunes en los perros, representando alrededor del 33%, siendo alrededor del 20 al 40% histológicamente malignas. García y Barragán (2012) reportan que en la zona metropolitana de Guadalajara, el órgano con mayor prevalencia de tumores es la piel, constituyendo un 52.4%.

Los tumores de células redondas son un grupo de neoplasias de piel y presentan, por lo general, muestras con una celularidad elevada y forma redonda como su clasificación lo dice. Este tipo de células se caracteriza por tener una membrana citoplasmática evidente, el citoplasma en cantidad moderada y un núcleo redondo generalmente céntrico. Los tumores de células redondas más comunes son los histiocitomas cutáneos caninos (HCC), tumores venéreos transmisibles (TVT), mastocitomas (MCT), linfoma cutáneo canino (LCC) y plasmocitomas extramedulares (PEM).

Los MCT son potencialmente malignos y frecuentes en perros viejos. Su origen son las células cebadas de la dermis, las cuales se aprecian como células redondas de núcleo ligeramente excéntrico que se tiñe pálido la mayoría de las veces; el citoplasma es moderado y generalmente contiene gran cantidad de gránulos metacromáticos.

El LC se presenta de dos formas clínicas e histológicamente diferenciables: los linfomas cutáneos epiteliotrópicos (LCE) y los linfomas cutáneos no epiteliotrópicos (LCNE). Son tumores muy agresivos que progresan con gran rapidez tras la aparición inicial de la lesión. Las células pueden ser de tamaño y forma uniforme o pueden ser pleomórficas, la mayoría de las veces presentan numerosas mitosis atípicas y el fondo tiene abundantes cuerpos linfoglándulares.

El HCC es un tumor con origen en las células de Langerhans. Se presenta como una lesión solitaria de crecimiento rápido que afecta a perros jóvenes. Los histiocitos tienen núcleos de moderado tamaño, de redondos a ovales o ligeramente indentados, con apariencia vesicular y usualmente hay numerosas mitosis. El nucléolo suele ser pequeño e imperceptible.

Los TVT son leucocitos no maduros con linaje mielóide. Su núcleo es grande, redondo, con nucléolo evidente central y con cromatina marginal. El citoplasma es moderado y ligeramente vacuolado. Son frecuentes las figuras mitóticas, así como también el fondo hemorrágico y neutrofílico.

Los plasmocitomas son neoplasias de células plasmáticas de forma redondeada. Se clasifican en medulares (si se originan en la médula ósea) y extramedulares. Los PEM son masas nodulares solitarias, de escasa

presentación en los perros y se localizan con frecuencia en la piel y membranas mucosas.

## Objetivo

Realizar un estudio retrospectivo de los tumores de células redondas diagnosticados en el Centro de Investigaciones en Patología Animal (CIPA) de la Universidad de Guadalajara durante el periodo 2008 - 2012.

## Materiales y métodos

Se utilizaron los casos remitidos al CIPA durante el periodo 2008 - 2012, cuyo diagnóstico histopatológico (hematoxilina y eosina) final fue MCT, LCC, TVT, PEM y HCC. Se realizó una tabla en Microsoft Excel 2010 donde se consideraron las variables raza, edad, sexo y localización anatómica.

## Resultados

El total de tumores de células redondas fue 63, de los cuales el MCT es el más diagnosticado con un 47.62%, seguido del HCC con 33.33%, el TVT con 11.11%, el LCC con 4.76% y el PEM con 3.18%. Los resultados completos se desglosan en el cuadro 1. En cuanto a la edad, el promedio general es a los 6.85 años, observando variaciones según la neoplasia que se presente: mientras que el HCC y el TVT afectan a canes relativamente jóvenes, el MCT, el LCC y el PEM se presentan en cánidos geriátricos (cuadro 1).

Los machos son los más afectados representando el 61% (39/63) de los casos revisados, mientras que las hembras representan el 39% (24/63). Según la raza, se obser-

**Cuadro 1.** Tumores de células redondas diagnosticados en el CIPA durante el periodo 2008-2012.

Tumor	Diagnósticos	Porcentaje (%)	Edad promedio (años)
MCT grado I	5	47.62	8.58
MCT grado II	16		
MCT grado III	9		
HCC	21	33.33	3.75
TVT	7	11.11	5
LCC	3	4.76	11.66
PEM	2	3.18	12

**Cuadro 2.** Relación entre los tumores de células redondas y las razas afectadas.

	MCT	HCC	TVT	LCC	PEM
Criollo	7	2	4	1	1
Otros	4	11	1	1	1
Schnauzer	2	4			
Shar Pei	3	2			
Bóxer	5				
Pit Bull	5				
Poodle	2		1		
Labrador	1	1	1		
Cocker	1	1		1	
Total	30	21	7	3	2

vó un mayor número de casos en los criollos con el 23.80% (15/63), seguido de los Schnauzer con el 9.52% (6/63) y los Shar Pei, Pit Bull y Bóxer con el 7.94% (5/63) cada uno (cuadro 2).

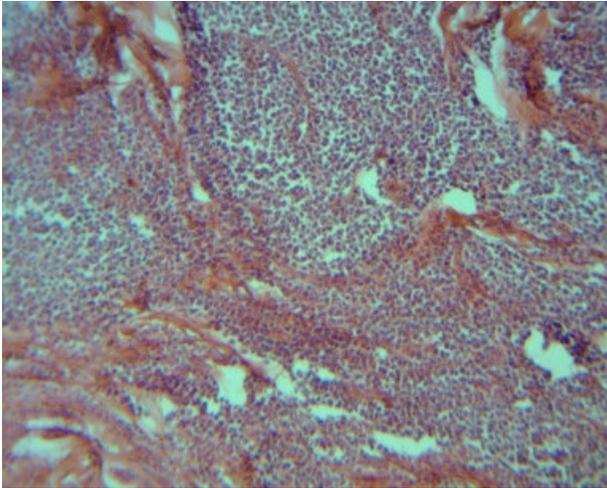
La localización anatómica más frecuente fue la región pelviana con el 22.22% (14/63), seguido del miembro posterior con el 20.63% (13/63) y en tercer lugar los miembros anteriores con el 19.04% (12/63).

## Discusión

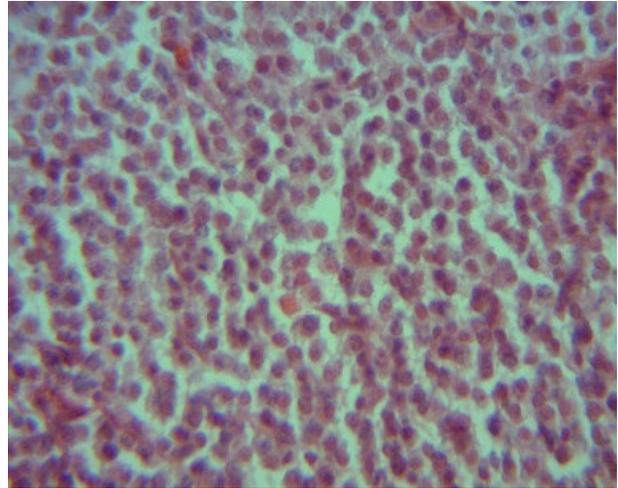
De acuerdo con la literatura consultada y los resultados obtenidos, el MCT es la neo-

plasia más frecuente, seguido del HCC. El TVT representó el tercer lugar, siendo común ya que es considerado endémico en México. El LCC y el PEM son los tumores de células redondas menos diagnosticados en el CIPA, tal y como se ha documentado por otros autores, debido a que las formas multicéntrico (linfoma) y medular (plasmocitoma) son las más comunes. Según la edad, se reporta que el HCC es frecuente en perros jóvenes tal y como lo demuestra este estudio, mientras que el PEM, el LCC y el MCT afecta principalmente a cánidos de edad avanzada, coincidiendo con la literatura citada.

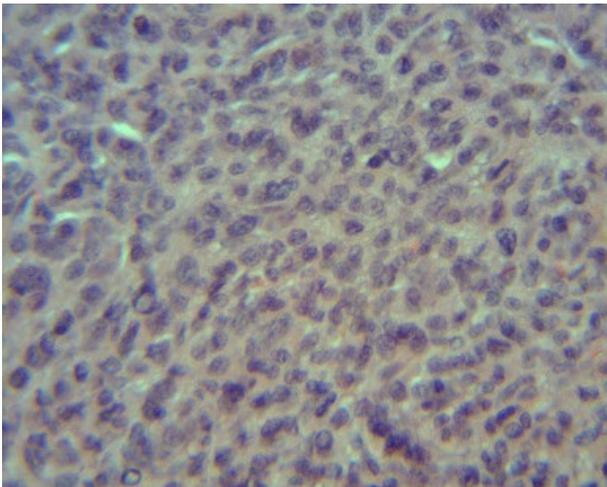
Se ha documentado que no hay predisposición racial ni diferencia entre razas puras



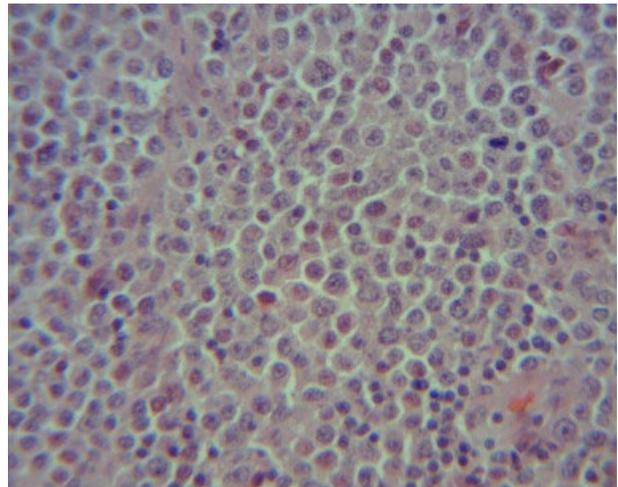
**Figura 1.** Mastocitoma. Víctor Barragán.



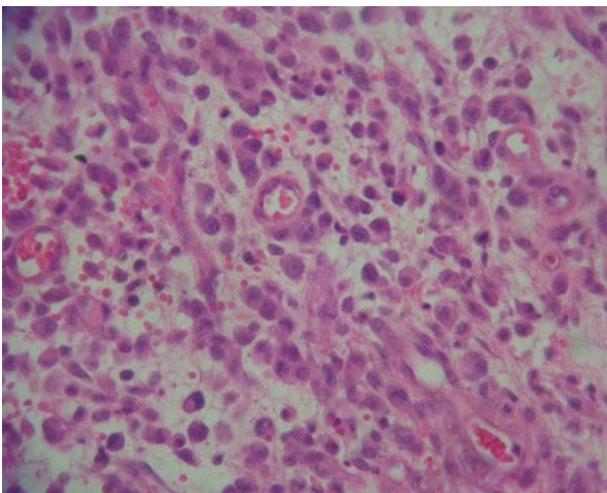
**Figura 2.** Linfoma. Víctor Barragán.



**Figura 3.** Histiocitoma. Víctor Barragán.



**Figura 4.** Tumor venéreo transmisible. Víctor Barragán.



**Figura 5.** Plasmocitoma. Víctor Barragán.

y mestizas, justificándose por la preferencia de los propietarios hacia ciertas razas. En este estudio los criollos fueron los más comunes, seguido de los Schnauzer, Shar Pei, Pit Bull y Bóxer, lo que concuerda parcialmente con otros autores.<sup>19</sup> En cuanto a la localización anatómica y el sexo, la literatura cita que no hay predisposición hacia alguno en particular; sin embargo, hubo una inclinación hacia los machos y hacia las extremidades y la región pelviana, en éste último debido quizás a que el TVT es más

usual encontrarlo en aparato reproductor que en otras zonas de la piel.

Cabe mencionar que el diagnóstico histopatológico de los tumores de células redondas suele ser difícil en ocasiones, ya que tienen una morfología similar y su diagnóstico preciso es importante para determinar pronóstico y tratamiento. En el caso del MCT se puede recurrir a técnicas de tinción especiales, como lo son Azul de Toluidina, Ziehl-Neelsen y Giemsa; la inmunohistoquímica es una manera efectiva de diferenciar algunos de estos tumores, para ello se ha descrito el uso de los anticuerpos CD3 para linfocitos T, CD79a para linfocitos B, MHCII y CD18 para histiocitos y lambda para células plasmáticas. Para el TVT no se ha descrito algún panel de reactivos, por lo cual la diferenciación de esta neoplasia se basa en criterios clínicos y la localización anatómica.

## Conclusiones

Los resultados obtenidos son de gran importancia tanto para el patólogo como para el clínico, ya que gracias a estos datos podemos saber el pronóstico y aplicar los tratamientos adecuados para cada padecimiento. Sin embargo, debido a las similitudes entre estas neoplasias, se corre continuamente el riesgo de obtener diagnósticos errados, por lo cual es necesario hacer estudios complementarios para llegar a un diagnóstico más certero.

## Bibliografía

Angus, J.C., Lorimier, L.P. 2004. *Lymphohistiocytic neoplasms*. Small Animal Dermatology Secrets. 425-442pp.

- Argyle, D.J. 2008. *Advances in cancer diagnostics*. 33rd World Small Animal Veterinary Congress. Dublin, Ireland.
- Briones, S.F., Escárte, P.C. 2002. *Neoplasia en pequeños animales*. México. 47pp.
- Candanosa E.M. 2006. *Citología de lesiones de piel*. XV Congreso Nacional de Patología Veterinaria. Zacatecas, México.
- Cerroni L. 2003. *Mycosis fungoides*. Orphanet Encyclopedia. Graz, Austria.
- Colín F.R. 2009. *Neoplasias de Piel y Tejidos Blandos en perros y gatos*. Memorias del XIV CVDL. León, México.
- Coomer, A.R., Liptak, J.M. 2008. *Canine Histiocytic Diseases*. University of Florida. USA.
- Fernández, N.J., West, K.H., Jackson, M.L. 2005. *Immunohistochemical and Histochemical Stains for Differentiating Canine Cutaneous Round Cell Tumors*. Veterinary Pathology.
- Fulmer, A.K., Mauldin, G.E. 2007. *Canine histiocytic neoplasia: An overview*. Can Vet J.1041-1050pp.
- García Calderón, Mauricio, 2012. Estudio retrospectivo de neoplasias diagnosticadas en el centro de investigación en patología animal de la U. de G. en el periodo 2001-2010. Barragán Cano, Víctor. Licenciado en Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Zacatecas. Enrique Estrada, México.
- García L.O. 2006. *Evaluación citológica de linfomas y leucemias*. XV Congreso Nacional de Patología Veterinaria. Zacatecas, México. 397-398pp.
- Gínel P.J., Pérez, J., Lucena, R., et al. 1998. Linfoma cutáneo no epiteliotrópico en un mastín español. *Clínica Veterinaria de Pequeños Animales (AVE-PA)*. 18 (4).
- Giraldo, M.C., López, V.C., Carmona, U.J. 2012. Plasmocitoma extramedular nasal en un perro. *Revista MVZ*. Córdoba Volumen 17(3) Septiembre - Diciembre.
- Harvey RG, Mckeever PJ. Manual Ilustrado de Enfermedades de la piel en perro y gato. GRASS Edicions.
- Mendoza V. et al. 2010. Frecuencia del tumor venéreo transmisible en caninos: Casuística del Laboratorio de Patología veterinaria de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (Periodo 1998 - 2004). *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*. 21(1):42-47.
- Meuten D.J. 2002. *TUMORS in Domestic Animal*. Iowa State Press. USA. 109 pp.
- Núñez, O.L. 2007. *Patología clínica veterinaria*. UNAM. 2da edición. México.

- Ramírez R.R. 2010. Tumor venéreo transmisible con metástasis a un hemangioma esplénico en una perra. *Vet. Méx.*, 41 (4).
- Ramírez, V.C., García, M.L., García, J.V. 2009. *Frecuencia de neoplasias de la piel de los perros (canis familiaris) remitidas al laboratorio de patología en la ciudad de Colima, México.* Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de Colima.
- Ramos-Vara J.A., Miller, M.A., Pace, L.W., et. al. 1998. Intestinal multinodular A lambda-amyloid deposition associated with extramedullary plasmacytoma in three dogs: clinicopathological and immunohistochemical studies. *J Comp Pathol.* Oct; 119(3):239-49pp.
- Raskin, R.E., Meuten, D.J., Rebar, A.H. 2005. *Cytology of neoplasia.* North American Veterinary Conference. Orlando, Florida.
- Romero RL, Martínez RI. 2008. *LINFOMAS.* XVII Congreso Nacional de Patología Veterinaria. Veracruz, México. 17-26pp.

# Estudio retrospectivo de hemangiosarcomas diagnosticados en el Centro de Investigaciones en Patología Animal de la Universidad de Guadalajara en el periodo 2001-2010 Citar

Luis Fernando Solano Revilla✉, Mauricio García Calderón, Xóchitl Rocío Ávila Dávila, Víctor Barragán Cano y Raúl Leonel de Cervantes Mireles

Centro de Investigación en Patología Animal. Departamento de Medicina Veterinaria. División de Ciencias Veterinarias. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Camino Ing. Ramón Padilla Sánchez No. 2100, La Venta del Astillero, 45221, Zapopan, Jalisco, México, Universidad de Guadalajara.

✉ [luisolrevilla@gmail.com](mailto:luisolrevilla@gmail.com)

## Resumen

Con el objetivo de ayudar a determinar los estándares raciales que predisponen al hemangiosarcoma en caninos, se tomó y analizó la base de datos de exámenes histopatológicos del Centro de Investigaciones en Patología Animal correspondiente al periodo 2001-2010, con dicha información se logró determinar frecuencia en estándares como raza, edad, sexo y órgano afectado, y comparar los resultados obtenidos con otras fuentes de consulta tanto nacionales como internacionales y de esta manera ayudar a los especialistas en clínica de pequeñas especies a ofrecer mejores resultados diagnósticos. Los hemangiosarcomas representaron el 2.0% de todas las neoplasias en canideos. La raza más susceptible fue el "Pitbull" con el 32%, los machos estuvieron por encima de las hembras con el 60% de los casos, mayor frecuencia se presentó en los perros de entre los 7 y los 10 años y el órgano mayormente afectado fue piel con un 64%.

## Introducción

El hemangiosarcoma, angiosarcoma o hemangioendotelioma maligno (HSA) es un tumor maligno de células endoteliales que

aparece con más frecuencia en el perro que en otros animales domésticos, aunque se ha descrito también en el gato y en el caballo. El HSA es un tumor de curso rápido que produce metástasis con gran facilidad ya que las células tumorales tienen acceso directo a los vasos sanguíneos.

Histológicamente, están formadas por células alargadas de núcleo oval que son células endoteliales atípicas y polimorfas con tendencia al crecimiento sólido. Forman espacios vasculares que aparecen con células sanguíneas en su interior (Figuras 1, 2 y 3). Las mitosis son abundantes. El estroma varía en cantidad pero generalmente, es escaso y difícil de distinguir, en él se suelen observar macrófagos con hemosiderina.

Las características morfológicas son variables, el color va de gris pálido a rojo oscuro, de consistencia blanda y contienen en su interior sectores de hemorragias y necrosis. No presentan cápsula ni delimitación, su ruptura es común (Figuras 4 y 5).

Se localiza generalmente en bazo (50% de los casos), hígado, corazón (atrio derecho) y con menor incidencia en otros órganos como hueso, vejiga urinaria, riñón, pulmón, piel, cavidad bucal, músculo, peritoneo y sistema nervioso central.

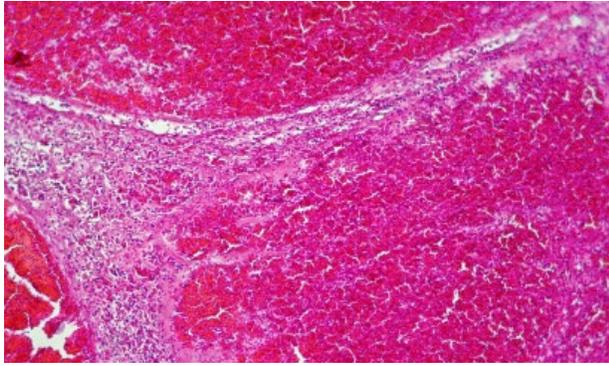


Figura 1. Solano Revilla Luis F.

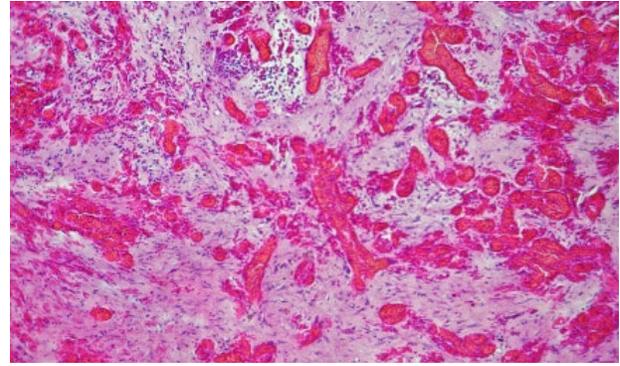


Figura 2. Solano Revilla Luis F.

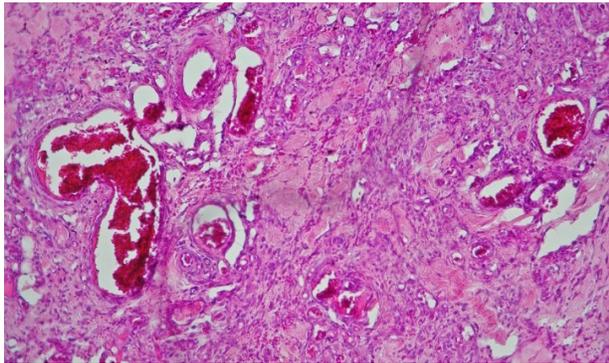


Figura 3. Solano Revilla Luis F.



Hemangiosarcomas: 1.-10.3 x 7.3 x 5.1 cm. 2.- 7.5 x 3.8 x 2.0 cm.

Figura 4. Solano Revilla Luis F.



Hemangiosarcoma de 9.2 x 8.0 x 5.3 cm.

Figura 5. Solano Revilla Luis F.

No hay predilección racial, aunque algunos autores destacan una mayor prevalencia en el Pastor Alemán, Bóxer, Labrador, Cobrador Dorado, Setter Inglés, Gran Danés, Poodle, Husky Siberiano y Pointer.

Todos los autores consultados coinciden en que este tumor afecta sobre todo a perros de avanzada edad, entre los 8 a los 10 años. También parece incidir más en los machos aunque hay autores que aseguran que no existe predilección por el sexo.<sup>1, 8, 10</sup>

Los signos clínicos varían de acuerdo a la localización de la neoplasia primaria y asiento de las lesiones metastásicas o ruptura tumoral, y a la presencia de coagulopatías u otras complicaciones hematológicas. El cuadro clínico comprende: aumento de la frecuencia del pulso y respiratorio, inapetencia, vomito, letargia, pérdida de peso), y se palpan masas en el abdomen. Existe una anemia marcada que puede ser consecuencia de las numerosas hemorra-

gias espontáneas que este tipo de neoplasia genera. También se aprecia una leucocitosis muy notable con neutrofilia. La presentación más espectacular es la muerte súbita por ruptura de tumor y hemorragia aguda. Cuando el HSA se ubica en el corazón provoca severas arritmias cardiacas, obstrucciones al flujo sanguíneo, síncope, ataxia, y cianosis. También son comunes el edema periférico hepatomegalia, ascitis, disnea y derrame pleural. Las anormalidades hemostáticas comprenden, principalmente, coagulación intravascular diseminada.

El diagnóstico está basado en los datos clínicos, resultados de laboratorio, radiografía, ultrasonografía, biopsia, improntas de lesiones y definitivamente histopatológico. Aún no se ha comprobado bien la frecuencia real de diseminación de tumores en cavidades corporales, pero sin duda es más alta que la señalada en la literatura.

## Objetivos

Analizar los datos históricos pertenecientes a hallazgos en tumores caninos diagnosticados como hemangiosarcomas en el Centro de Investigaciones en Patología Animal (CIPA) de la Universidad de Guadalajara (U. de G.) durante el periodo 2001-2010 con la finalidad de identificar frecuencia y la correlación de presencia de HSA con sexo, edad, raza y órgano afectado.

## Material y métodos

Se utilizó el archivo del CIPA, equipos de cómputo, programas de estadística básica como: Microsoft Excel 2010, al igual que artículos, libros, tesis y otras fuentes de información.

El presente estudio fue realizado en el CIPA, del Departamento de Medicina Veterinarias (DMV), dependiente de la U. de G.

Los criterios de inclusión que se tuvieron para la elaboración de este estudio fueron todos aquellos casos cuyo diagnóstico histopatológico fue equivalente a HSA en caninos. Las variables que se consideraron fueron sexo, raza, edad y órgano afectado. La información se organizó en una base de datos electrónica y se comparó con lo establecido en la literatura nacional e internacional.

## Resultados

Los resultados arrojan que de los 25 casos estudiados: el órgano más afectado fue piel con el 64% (16/25), la raza más afectada fue "Pitbull" con un 32% (8/25), prevaleciendo entre los perros de 7 a 13 años con un 64% (16/25), se presentó mayor porcentaje en machos con un 60% (15/25) mientras que las hembras obtuvieron el 40% (10/25). Figura 6.

## Discusión

En la revisión efectuada por García C. M. (2012) en el archivo de diagnóstico del CIPA en el periodo 2001 al 2010, se cuenta con un total de 5586 casos en caninos, de los cuales 1318 fueron remitidos para diagnóstico de neoplasia, lo que representa un 23% del total de los casos. En lo referente a las neoplasias de origen mesenquimal encontró 413 casos que representan el 31.4% del total de las neoplasias.

Se contabilizaron 44 tumores originados del endotelio vascular, de los cuales 19 son hemangiomas que representan el 1% de las

**FIGURA 6.**  
Solano Revilla Luis F.

CUADRO DE RESULTADOS FRECUENCIA Y PORCENTAJE					
HSA	25 CASOS (2.0 %)				
ÓRGANO AFECTADO	PIEL 16 (64%)		GLANDULA MAMARIA 3 (12%)	MÚSCULO 2 (8%)	LENGUA 1 (4%)
RAZA	PITBULL 8 (32%)	BOXER 4 (16%)	CRIOLLO 3 (12%)	WEIMARANE 2 (8%)	TECKER, CHIHUAHUA, LABRADOR, ROTTWAILE, PASTOR ALEMAN, COKER SPANIEL. 1 (4%)
EDAD	7, 8, 9, 10 AÑOS, 3 (12%)		4, 6, 13 AÑOS, 2(8%)		1, 5, 11, 12 AÑOS, 1(4%)
SEXO	MACHOS 15 (60%)			HEMBRAS 10 (40%)	

neoplasias remitidas, y 25 hemangiosarcomas que equivalen al 2%, esto concuerda con lo remarcado por Couto C. G. (2008), quienes argumenta que los hemangiosarcoma representan entre el 0,3 y el 2% de todos los tumores en perros. Aunque (Tabar L. *et al.* 2007) afirman que representa el 7% de todas las neoplasias caninas. En un estudio retrospectivo sobre HSA llevado a cabo por Schultheiss P. C. las estadísticas arrojaron que de 1822 perros, el 1% fueron hemangiomas y el 2% hemangiosarcomas.

#### Prevalencia de HSA según el órgano afectado

En el presente estudio el órgano más afectado fue piel con el 64% que equivale a 16

casos, seguido por glándula mamaria con un 12% (3 casos), y en tercer lugar con otro 12% (3 casos) músculo. Una revisión de 220 perros con HSA evaluados en The Ohio State University y en otras instituciones llevada a cabo por Couto C. G. (2008), reveló que aproximadamente el 50% se originaron en el bazo, 25% en la aurícula derecha, 13% en los tejidos subcutáneos, 5% en el hígado, y 6-7% simultáneamente en varios órganos (tumores múltiples). Esto probablemente sea porque es preferible tomar una biopsia para histopatológico de un órgano superficial a uno interno.

### Prevalencia de HSA según la raza

Los resultados obtenidos arrojan que la raza más afectada fue “Pitbull” con un 32% equivalente a 8 casos, enseguida el “Boxer” 16% (4 casos), en tercer lugar los “Criollos” 12% (3 casos), dejando al “Pastor Alemán” con solamente 4% (1 caso) y al “Golden Retriever” sin una sola aparición. Tanto Luna del Villar V. *et al.* (1995), Marti J. M. y Altimira J. (1996), Tabar L. *et al.* (2007) acreditan al “Pastor Alemán” y “Golden Retriever” como las razas predisponentes a este mal. De 40 casos estudiados en Brasil por Flores M. M. *et al.* (2012) el Pastor Alemán obtuvo el primer lugar con el 10.1% de la prevalencia y el “Pitbull” 0.4%. Hay que tener en cuenta que la raza de predilección de una determinada área, muy probablemente tenga una íntima correlación con aspectos geográficos y culturales.

### Prevalencia de HSA según la edad

De 25 casos estudiados la mayor prevalencia se encontró entre los perros de 7 a 13 años con un 64% (16 casos), destacando los de 7 años con 12% (3 casos), 8 años 12% (3 casos), 9 años 12% (3 casos) y 10 años 12% (3 casos). Luna del Villar V. *et al.* (1995) y Lattanzi L. D. (2001) aseguran que el HSA se presenta comúnmente en caninos gerontes (mayores de 8 años de edad), mientras Ricardo de Souza F. J. (2008) dice que principalmente en animales de 8 a 13 años. Según García C. M. (2012) en animales jóvenes la frecuencia es baja y ésta aumenta a partir de los 5 años y alcanzando una prevalencia mayor entre los 7 y 10 años. A partir de esta última edad, la prevalencia desciende.

### Prevalencia de HSA según el sexo

Se presentó mayor porcentaje en machos con un 60% perteneciente a 15 casos mientras que las hembras obtuvieron el 40% con 10 casos, por lo que parece incidir más en los machos como lo afirma Luna del Villar

V. *et al.* (1995). En otros estudios extranjeros realizados por Schultheiss P. C. (2008), los machos también resultaron tener más del 50% de los casos. Aunque la evidente frecuencia en machos no es clara, ambos estudios reconocen a las hembras como las menos afectadas.

### Conclusiones

Lo obtenido en el estudio se acerca mucho a lo encontrado en la bibliografía consultada, las pocas discordancias pueden deberse a las diferencias no solo geográficas sino también culturales propias de cada lugar. Hay que resaltar que no existen muchos estudios actuales sobre prevalencias de HSA pero esto puede deberse a que es una neoplasia que para sobresalir de entre las demás necesita mayor cantidad de casos y por lo tanto también de tiempo, gracias a la baja frecuencia con la que aparece.

Hay que recordar que en el presente estudio los HSAs solo representaron el 2.0% de todas las neoplasias en perros.

El órgano mayormente afectado fue piel con un 64% seguido de glándula mamaria y músculo.

La raza más susceptible fue el “Pitbull” con el 32% seguida por el “Boxer” y el “Criollo” en ese orden.

Los machos estuvieron por encima de las hembras con el 60% de los casos.

En cuanto a la edad la mayor frecuencia se presentó en los perros de entre los 7 y los 10 años.

## Referencias

- Brown N.O. 1993. Hemangiosarcomas. Selecciones Veterinarias. *Intermédica*. 1:1, 84-89.
- Brown, N.O. 1985. Canine Hemangiosarcoma. Retrospective Analysis of 104 cases. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 186: 56-59.
- Chun R. 2000. Hemangiosarcoma. Selecciones Veterinaria. *Intermédica*. 8:3, 301-306.
- Couto C. Guillermo. 2008. Hemangiosarcoma en el perro. The Ohio State University. Department of Veterinary Clinical Sciences. Ohio.
- Filgueira K. D., Reis P. F., Batista J. S. 2012. Hemangiosarcoma cutáneo con metástasis en sistema nervioso central de un canino. Universidade Federal Rural do Semi-Árido Brasil.
- Flores M. M., Panziera W., Kommers G. D., Irigoyen L. F., Barros C. S. L., Figuera R. A. 2012. Aspectos epidemiológicos e anatomopatológicos do hemangiosarcoma em cães: 40 casos (1965-2012). Universidade Federal de Santa Maria. Brasil.
- García Calderón Mauricio. 2012. Estudio retrospectivo de neoplasias diagnosticadas en el Centro de Investigación en Patología Animal de la U. de G. en el periodo 2001-2010. (Tesis Licenciatura) Universidad Autónoma de Zacatecas. Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia.
- Hohenhaus A. 1998. Resúmenes XXIII congreso de la Asociación Mundial de Medicina Veterinaria de pequeños animales. Buenos Aires. p113:116 p163:165.
- Lattanzi L.D., Adagio L.M., D'Amico, G.N., Alvarez. 2001. Presentación clínica de un hemangiosarcoma "Tumor múltiple Primario indeterminado" en un canino. Universidad Nacional de La Panamá. Facultad de Ciencias Veterinarias.
- Luna del Villar V. J., Bravo M. J., Aburto F. E., Vélez H. M. 1995. Hemangiosarcoma asociado a coagulación intravascular diseminada. Informe de un caso. México D.F. Universidad nacional Autónoma de México. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Departamento de Patología.
- Mangieri, J. 1994. *Oncología Veterinaria*. 3° ed. Buenos Aires, Editorial Prensa Veterinaria Argentina. p35-59.
- Marti J. M., Altimira J., Chico A. C. 1996. Hemangiosarcoma esplénico con metástasis ósea: descripción de un caso y revisión de diversos aspectos clínicos.
- Nelson, R. & Couto, G. 2000. *Medicina Interna de animales pequeños*. 2° ed. Buenos Aires, Intermédica. p1165-1237.
- Peña L., González M., Rodríguez F., Puchol J.L. 1987. Un caso de hemangiosarcoma en un perro de 2 años. *Revista Asociación de Veterinarios Españoles Especialistas en Pequeños Animales*. Vol 7, N° 4-1987.
- Ricardo de Souza F. J., Rodrigues da Roza M., Caetano J. J., Castello da Costa A. 2008. Hemangiosarcoma en el perro: revisión de literatura. *Jornal Brasileiro de Ciencia Animal*. v. 1, n. 1, p. 35-48
- Schultheiss P. C. 2004. A retrospective study of visceral and nonvisceral hemangiosarcoma and hemangiomas in domestic animals. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*. 16:522-526.
- Tabar L., Rabana R. M., García F., Roura X., Espada Y., Ruiz de Gopegui R. 2007. Hemangiosarcoma pulmonar primario en un Pastor Alemán con neumotórax espontáneo. *Revista Asociación de Veterinarios Españoles Especialistas en Pequeños Animales*. Clin. Vet. Peq. Anim.. 27 (2): 115-119.

# Frecuencia de *Listeria monocytogenes* en chía (*Salvia hispanica* L.)

Citar

Angélica Luis Juan Morales✉, Zianya Elena Fuentes Núñez, Ricardo Alaniz de la O y Beatriz Teresa Rosas Barbosa

Departamento de Salud Pública, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Camino Ing. Ramón Padilla Sánchez No. 2100, La Venta del Astillero, 45221, Zapopan, Jalisco, México, Universidad de Guadalajara ✉ [angelicaljm@gmail.com](mailto:angelicaljm@gmail.com)

## Introducción

La listeriosis es una enfermedad bacteriana causada por *Listeria monocytogenes* (Figura 1), que aunque es poco frecuente, es grave y produce una letalidad cercana al 30 % (Scott 1999). *Listeria monocytogenes* puede reproducirse en condiciones de refrigeración, crece bajo condiciones aerobias y anaerobias, y un pH bajo (<4.6), impide su desarrollo (Scott 1999). La presencia de *Listeria* en los alimentos (Figura 2) está de-

terminada por su extensa distribución en el ambiente, lo que le confiere una importante oportunidad para contaminarlos (Cox y Bailey 1999).

En la época prehispánica, la chía (Figura 3) fue una planta importante; sus semillas, su harina o su aceite fueron apreciados por sus usos medicinales, alimenticios (Figura 4), artísticos y religiosos (Hernández y Colín 2008).



Figura 1. *Listeria monocytogenes*

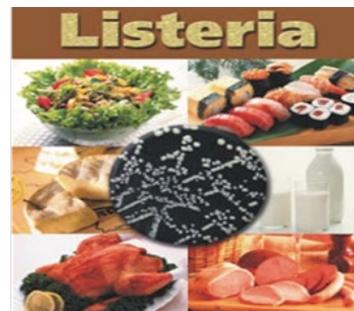


Figura 2. *Listeria* y alimentos

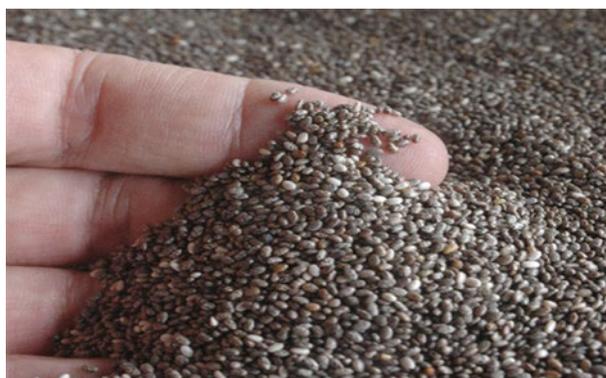


Figura 3. Chía



Figura 4. Chía añadida a bebidas refrescantes



Figura 5. Compuestos en la chía que proporcionan beneficios a la salud.

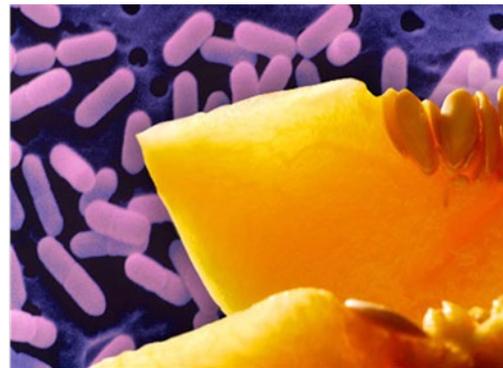


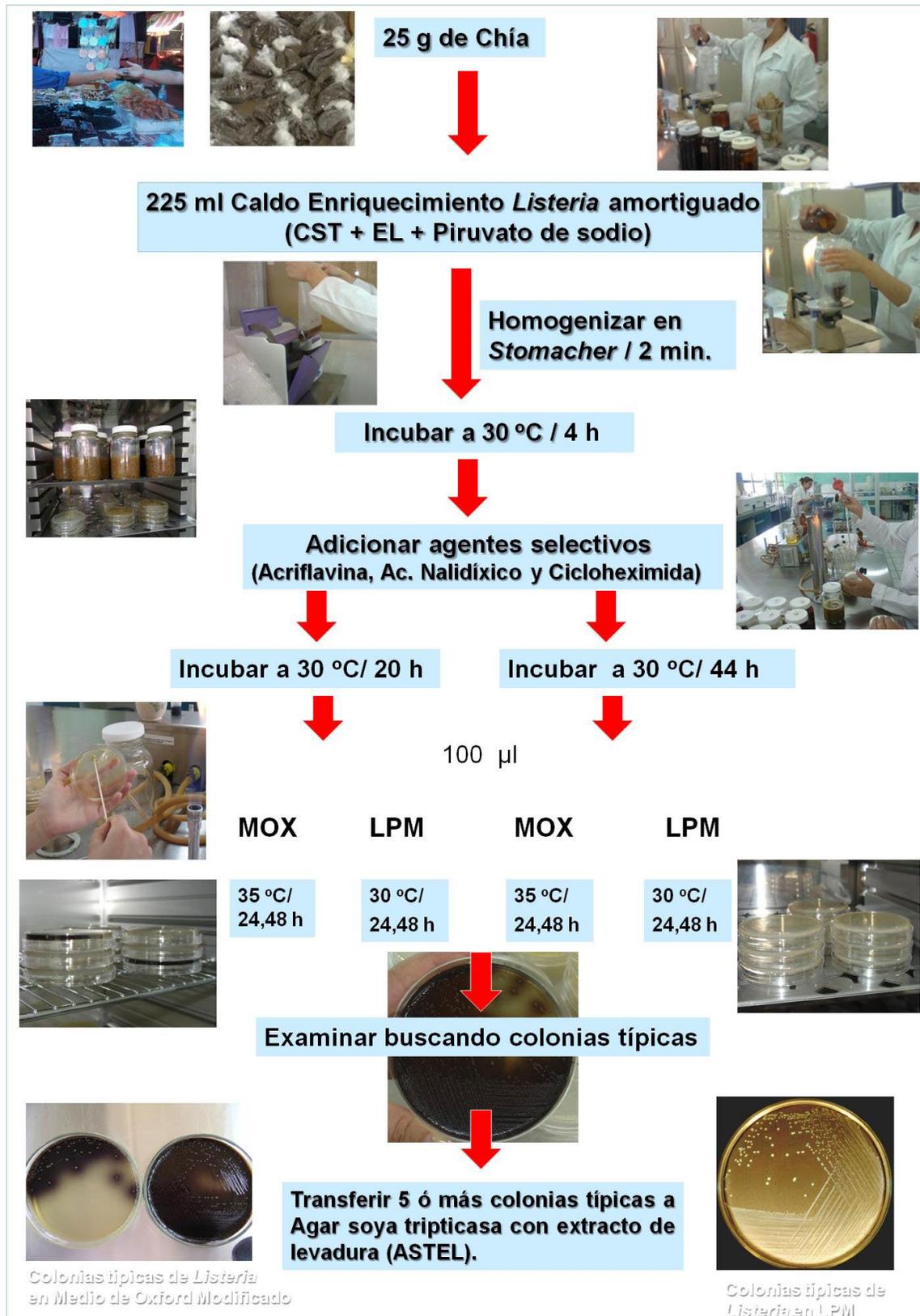
Figura 6. *L. monocytogenes* y Cantalup

Actualmente el interés comercial por la chía, se ha incrementado por su alto contenido de sustancias que favorecen la salud (Figura 5) (Hernández y Colín 2008).

En Europa, un panel de expertos basado en diversos estudios, que contemplaban entre otros la frecuencia de patógenos como *Salmonella*, *Staphylococcus aureus* y *Bacillus cereus*, concluyó que es poco probable que el uso de semillas de chía tenga un efecto adverso a la salud (European Food Safety Authority 2009). En virtud de que el estudio de *Listeria monocytogenes* en vegetales (Figura 6) está resurgiendo y que no existen a saber investigaciones del patógeno en la chía, el objetivo de este estudio fue determinar la frecuencia de *L. monocytogenes* y otras especies de *Listeria* en chía a granel de expendios de Guadalajara y Zapopan, Jalisco.

### Materiales y método

Con base en un muestreo no probabilístico y por conveniencia, se estudiaron 80 muestras de chía a granel obtenidas en mercados y tiendas de granos y cereales localizados en los Municipios de Guadalajara y Zapopan, Jalisco, México. En el aislamiento e identificación de *Listeria* básicamente se utilizó el método de la Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos (FDA, por sus siglas en inglés) (Hitchins 1998) (Figuras 7 y 8). Se modificó la transferencia del inóculo utilizando un hisopo debido a la naturaleza gelificante de la chía. Previamente se determinó que aún a un nivel de inóculo de *Listeria* de 1 UFC/25 g de chía, se logró aislar al microorganismo con esta técnica.



**Figura 7.- Aislamiento de *Listeria***

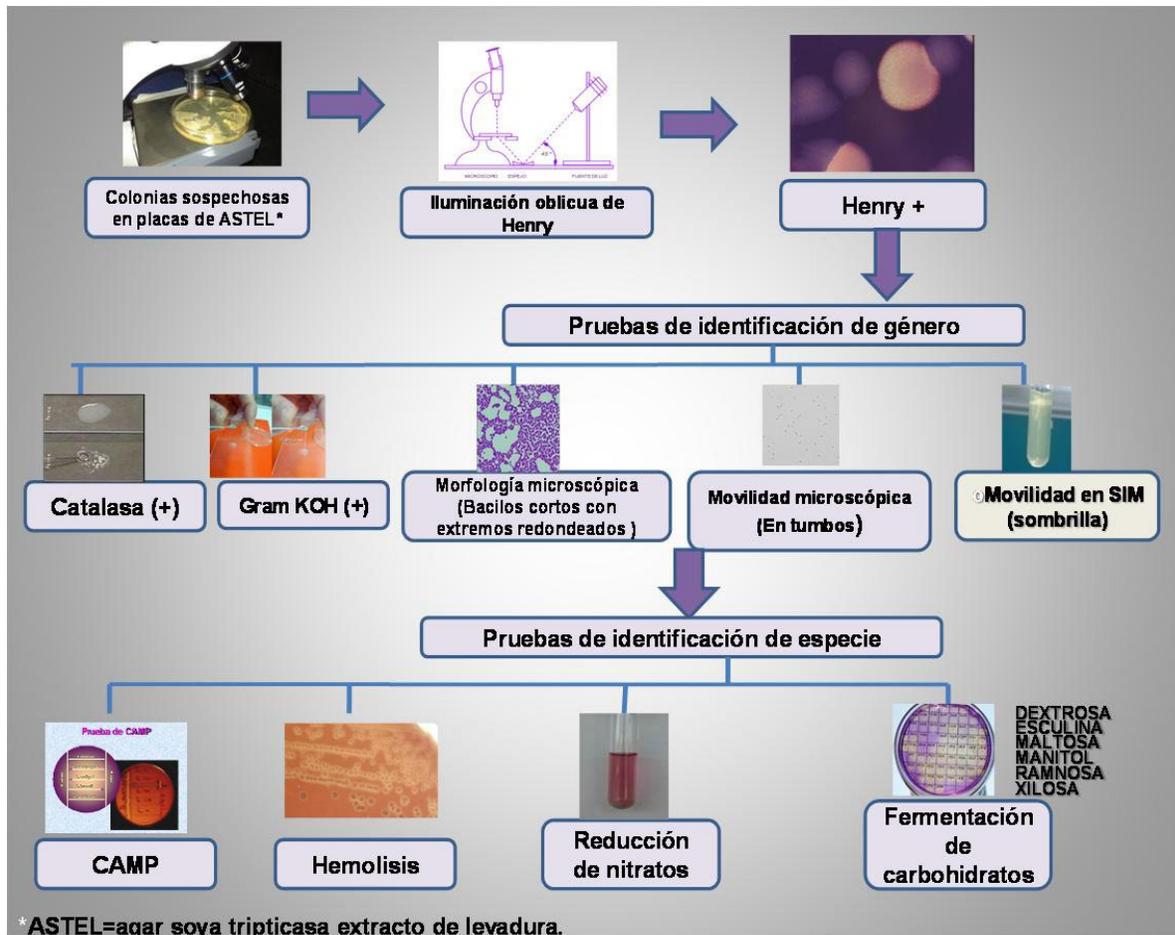


Figura 8. Identificación y diferenciación de *Listeria*

## Resultados

De las 80 muestras estudiadas, en ninguna se logró aislar a *L. monocytogenes*, solo 1 (1.25 %) resultó positiva a *Listeria* y correspondió a *L. innocua*.

## Discusión

Los resultados encontrados en este estudio, resultan sorprendentes debido a que durante el expendio a granel de la chía analizada, se observó una franca exposición a la contaminación microbiana, y *Listeria* es ubicua en el ambiente. Si bien no se encontraron

reportes de estudios similares, el estudio de patógenos como *Salmonella*, *Staphylococcus aureus* y *Bacillus cereus*, en este producto ha resultado, negativo en 25 g, < 100 ufc/g, y < 100 ufc/g, respectivamente (European Food Safety Authority 2009).

Ya que existen condiciones que propician la contaminación de la semilla, en las distintas etapas de su producción y esto aunado a los resultados de estudios hechos al producto en la búsqueda de los agentes ya citados, resultaría importante indagar la presencia de sustancias en la chía, que impidieran la sobrevivencia y multiplicación de dichos microorganismos.

Si bien, además del medio de aislamiento (en este caso MOX), es altamente recomendable utilizar un agar cromogénico (Hitchins 1998), el cual es costoso, en este estudio se decidió incluir de manera alternativa el agar LPM sin esculina, y fue solo en este medio donde se recuperaron las dos cepas de *Listeria innocua* de la única muestra positiva.

## Conclusiones

Los resultados aquí encontrados fortalecen el *status* histórico de “uso seguro” de la chía, sin embargo, se deben continuar aplicando en toda la cadena alimenticia las buenas prácticas higiénicas, previniendo así los riesgos al consumidor.

## Bibliografía

- Cox, N.A. and J. S. Bailey.** 1999. Incidence and behavior of *Listeria monocytogenes* in Poultry and Egg Products. In: E.T. Ryser y H. Marth. eds., *Listeria, Listeriosis, and food safety*, 2<sup>nd</sup> ed., Marcel Dekker, Inc. New York. pp. 565-600.
- European Food Safety Authority.** 2009. Scientific opinion of the panel on dietetic products nutrition and allergies on a request from the European Commission on the safety of ‘chia seed (*Salvia hispanica*) and ground whole chia seed’ as a food ingredient. *The EFSA Journal*. 996: 1-26.
- Hernández Gómez, J.A., y S. Miranda Colín.** 2008. Caracterización morfológica de la chía. *Rev. Fito-tec. Mex.* 31: 105-113.
- Hitchins, A.D.** 1998. *Listeria monocytogenes*. En: FDA Bacteriological Analytical Manual, Chapter 10. Detection and enumeration of *Listeria monocytogenes* in foods. Actualizada abril 2011. Disponible en la página: <http://www.fda.gov/Food/ScienceResearch/LaboratoryMethods/BacteriologicalAnalyticalManualBAM/ucm071400.htm> Fecha de acceso: junio de 2011.
- Scott, V.N.** 1999. Biological hazards and controls. In: HACCP A Systematic Approach to Food Safety, Third ed., Food processors Institute. Washington, D.C. pp 39-52.

# Efecto de vermicompost en la producción de tomate Citar

Luis Fernando Ceja Torres , Gilberto Vázquez Gálvez y Rebeca Flores Magallón

Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Michoacán. Jiquilpan, Michoacán, México CP 59510. Tel. y fax 353 53 30218.

✉ [lfceja@ipn.mx](mailto:lfceja@ipn.mx)

## Introducción

El tomate es la hortaliza más difundida en el mundo y la de mayor valor económico, su demanda aumenta continuamente al igual que su cultivo, producción y comercio; sin embargo, el incremento anual de la producción en los últimos años se debe principalmente, al aumento en el rendimiento y en menor proporción al incremento de la superficie cultivada. Las técnicas de producción son muy variables y en los últimos años ha tomado auge hacerlo bajo condiciones de invernadero e hidroponía con el fin de obtener mayor rendimiento y calidad; razón por la cual los países desarrollados ven en esta técnica una alternativa económica para automatizar y programar su agricultura intensiva, principalmente en aquellos cultivos que se cotizan en el mercado, como hortalizas, flores y plantas de ornato (Vázquez, 2004).

Respecto a la nutrición del tomate, los abonos orgánicos se han usado desde tiempos remotos y su influencia sobre la fertilidad de los suelos ha sido demostrada, aunque su composición química, el aporte de nutrimentos a los cultivos y su efecto en el suelo, varían según su procedencia, edad, manejo y contenido de humedad (Romero-Lima *et al.*, 2000). Por estas razones, es posible utilizar vermicompost como alternativa a la aplicación de fertilizantes químicos, ya que es un material rico en nutrimentos que son fácilmente asimilables por las

plantas, y es derivado del producto de una serie de transformaciones bioquímicas y microbiológicas que sufre la materia orgánica al pasar a través del tracto digestivo de la lombriz de tierra *Eisenia foetida* (Edwards *et al.*, 1985). El humus de lombriz puede contener 5 veces más la cantidad de nitratos que los encontrados en el suelo con buenas condiciones, 7 más de fósforo, 3 más de magnesio, 11 más de potasio y 5 veces más de calcio. El vermicompost comparado con la materia prima del cual se genera, tiene reducidas cantidades de sales solubles, mayor capacidad de intercambio catiónico, y una elevada cantidad de ácidos húmicos, por lo que tiene un potencial comercial muy grande en la industria hortícola como medio de crecimiento para los almácigos y las plantas (Ndegwa y Thompson, 2000). Por otra parte se ha señalado que la aplicación de vermicompost, produce en las plantas mejoras importantes en su aspecto, sanidad y rendimiento (He *et al.*, 1992), debido a que contiene enzimas y hormonas que estimulan el crecimiento de las plantas y que impiden la proliferación de organismos patógenos (Gajalakshmi *et al.*, 2001).

Por lo anteriormente señalado, los objetivos del presente trabajo fueron biodegradar mediante lombricultura, el contenido ruminal de bovino, el estiércol vacuno y la gallinaza y evaluar el efecto de estos vermicompost mezclados con arena de tezontle, en la producción de jitomate bajo sistema de invernadero.

## Materiales y métodos

La investigación se realizó en el invernadero del CIIDIR-IPN-MICH, ubicado en la ciudad de Jiquilpan, Michoacán, México.

Los sustratos se biodegradaron en camas de 1 m de ancho por 3 m de largo, con una profundidad de 40 cm, donde se precompostearon durante 15 días con la finalidad de estabilizar las condiciones de temperatura, humedad y pH de la materia orgánica previo a la inoculación de la lombriz *Eisenia foetida* sometida a una prueba de sobrevivencia.

El análisis químico de los vermicompost obtenidos a partir del contenido ruminal de bovino, del estiércol de bovino y la gallinaza se realizó en el laboratorio de suelos del CIIDIR-IPN-Michoacán mediante absorción atómica (Digestión  $\text{HNO}_3/\text{HClO}_3$ ) y análisis potenciométrico.

En el experimento desarrollado en invernadero se utilizaron plantas de tomate de crecimiento indeterminado variedad 7705 (Nunhems), se trasplantaron en bolsas de plástico negro de 5 litros de capacidad, con tres tipos de vermicompost mezclados con arena en proporción 50/50% y un testigo (arena de tezontle). Las plantas se regaron con un sistema de riego por goteo, sin la utilización de fertilizantes químicos.

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con cinco repeticiones, cada unidad experimental constó de cuatro plantas por tratamiento. La eficacia de los tratamientos se evaluó tomando en consideración, la altura de la planta, el rendimiento y el peso seco. La altura de las plantas de tomate se midieron mensualmente hasta completar su ciclo; la cosecha de frutos se realizó cada tercer día durante la etapa de

fructificación; al final del ciclo de cultivo, se extrajeron las plantas de tomate, se lavaron perfectamente sus raíces con agua potable y se dejaron secar al ambiente, posteriormente se deshidrataron en un horno de secado a 70°C hasta obtener peso constante para determinar materia seca.

Las correlaciones entre variables en estudio, los análisis de varianza y la comparación de promedios mediante la prueba de Tukey ( $p \leq 0.05$ ) se realizaron en computadora con el programa Statistic Analysis System (SAS Institute, 1988).

## Resultados

El proceso total de biodegradación del contenido ruminal de bovino, del estiércol vacuno y de la gallinaza duró aproximadamente 90 días.

Durante la etapa de biodegradación el pH se mantuvo entre 7.5 a 10.5 en los diferentes sustratos, sin embargo una vez estabilizados los diferentes vermicompost, el pH fue de 7.0 en el contenido ruminal, 7.4 en el estiércol vacuno y de 6.7 en el de gallinaza; mientras que la conductividad eléctrica (CE) fue de 1.68, 2.07 y 2.10 respectivamente (Cuadro 1).

Las plantas más altas fueron las que se desarrollaron con el vermicompost de gallinaza con diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) con respecto al resto de los tratamientos, seguido de las de rumen y estiércol. El mayor crecimiento de la planta también estimuló mayor rendimiento total y mayor producción de frutos de tomate por fecha de corte, ya que hubo diferencias significativas entre tratamientos (Cuadro 2).

**Cuadro 1.** Propiedades químicas de tres tipos de vermicompost a partir de desechos sólidos.

Propiedades químicas	Vermicompost a partir de:		
	Contenido ruminal	Estiércol vacuno	Gallinaza
Cobre (Cu)	38 mg/kg	34 mg/kg	64 mg/kg
Hierro (Fe)	0.82	1.26	0.82%
Zinc (Zn)	179.3 mg/kg	145.9 mg/kg	562.4 mg/kg
Manganeso (Mn)	444.5 mg/kg	561.1 mg/kg	794.3 mg/kg
Calcio (Ca)	4.6 %	5.4 %	17.6 %
Magnesio (Mg)	1.66 %	1.66 %	0.55 %
Sodio (Na)	516 mg/kg	0.11%	492 mg/kg
Potasio (K)	0.33 %	0.56 %	0.11 %
Fósforo (P)	0.73 %	0.71 %	0.77%
Nitrógeno total (N)	1.8 %	1.4 %	2.1 %

**Cuadro 2.** Comparación de medias para altura de planta, rendimiento y peso seco de plantas de jitomate.

Tratamientos	Altura de planta (cm)	Rendimiento por parcela útil (kg)	Producción por corte/ parcela (g)	Peso seco por planta (g)
Vermicompost de rumen/arena	172.5 ab	3.401 b	242 b	92.8 b
Vermicompost de estiércol/arena	152.7 b	2.589 bc	163 c	91.0 b
Vermicompost de gallinaza/arena	202.7 a	7.426 a	334 a	184.2 a
Arena (testigo)	117.7 c	1.040 c	119 c	39.5 b
DMS	34.2	1.703	46	62.4

Valores con la misma letra dentro de cada columna, son iguales estadísticamente Tukey ( $p \leq 0.05$ ). DMS= Diferencia mínima significativa.

El mejor rendimiento se obtuvo con el vermicompost de gallinaza ( $p \leq 0.05$ ), superando en 54% al de rumen y 65% al estiércol vacuno. La producción de frutos por fecha de corte en arena de tezontle fue significativamente igual al del vermicompost de estiércol vacuno; sin embargo, fue mayor en un 27% en éste último.

El peso seco de las plantas se incrementó con el vermicompost de gallinaza, siendo estadísticamente superior al de rumen y estiércol vacuno ( $p \leq 0.05$ ).

La altura ( $r=0.87$ ) y el peso seco de la planta ( $r=0.82$ ) se correlacionaron con la mayor producción de tomate (Cuadro 3).

## Discusión

Durante el proceso de biodegradación de los sustratos elaborados, se trató de mantener una humedad superior al 80%, siendo la temperatura ambiental durante el día entre 20 a 30 °C.

El valor de la CE del contenido ruminal se encontró dentro del rango señalado (0.75-1.99 dS) para un sustrato ideal en la agricultura (Abad *et al.*, citado por Urrestazu, 2000). Sin embargo los otros dos vermicompost tuvieron CE ligeramente alta, aunque presentaron buenas características químicas en cuanto a cantidad de elementos nutritivos. Atiyeh *et al.* (2000) ha seña-

**Cuadro 3.** Matriz de correlación de Pearson y nivel de significancia de variables agronómicas.

	Altura de planta	Producción	Peso seco
Altura de planta	1.00000	0.87405 <.0001	0.76654 0.0005
Producción		1.00000	0.82140 <.0001
Peso seco			1.00000

lado que dichos sustratos pueden favorecer el desarrollo de cultivos en invernadero de acuerdo a su cantidad de elementos nutritivos, situación que se corroboró con respecto al crecimiento y desarrollo de las plantas de tomate.

Los tres tipos de vermicompost indujeron buen desarrollo de la planta y producción de frutos de calidad. Esto puede deberse a que existe mayor cobertura de área foliar en plantas más desarrolladas y consecuentemente mayor radiación directa en ella (Hernández *et al.*, 2005), aunado a que las plantas menos desarrolladas pueden tener mayor efecto de sombreado, ya que los tratamientos se disponen unos con otros a la misma distancia. Cabe señalar que en un cultivo de chile serrano la tasa fotosintética aumentó conforme la dosis de vermicompost (Manjares-Martínez *et al.*, 1999).

Así mismo, se encontraron diferencias significativas tanto en la altura, como en el rendimiento total; no así en el peso seco de la planta. La igualdad estadística del testigo con estos dos últimos respecto a esta variable, concuerda con lo señalado por Manjares-Martínez *et al.*, (1999) quienes señalaron un comportamiento similar del peso seco del follaje entre plantas de chile serrano tratadas con vermicompost a partir de pulpa de café y suelo como testigo.

## Conclusiones

Los tres tipos de vermicompost a partir de la biodegradación del contenido ruminal de bovino, del estiércol vacuno y de gallinaza, presentaron características químicas adecuadas para utilizarlos como sustratos orgánicos para la producción de tomate en invernadero, debido a que pueden satisfacer en parte las necesidades nutritivas del cultivo, siendo el mejor en todos los aspectos estudiados en este trabajo, el vermicompost elaborado con gallinaza. Por los bajos rendimientos obtenidos, sería importante realizar trabajos de investigación con soluciones nutritivas para complementar la nutrición derivada de dichos sustratos.

## Referencias bibliográficas

- Atiyeh, R.M., S. Subler, C.A. Edwards, G. Bachman, J.D. Metzger and W. Shuster. 2000. Effects of vermicomposts and compost on plant growth in horticultural container media and soil. *Pedobiologia* 44: 579-590. (ISSN: 031-4056)
- Edwards, C.A., I. Burrows, K.E. Fletcher and B.A. Jones. 1985. The use of earthworms for composting farmwastes. pp. 229-242. In: J.K.R. Passer (ed.) *Composting of agricultural and other wastes*. Elsevier Publisher. Luxemburgo, U.K.
- Gajalakshmi, S., E.U. Ramasami and S.A. Abbasi. 2001. Potencial of two epigeic and two anecic earthworm species in vermicomposting of water hyacinth. *Biores. Technol* 76: 177-181. (ISSN: 0960-85240)
- He, X., S.J. Traina and T.J. Logan. 1992. Chemical properties of compost. *J. Environm. Qual.* 21: 328-329. (ISSN: 0047-2425)
- Hernández, S.Q., Sánchez del C. F., Peña, L.A. y Montalvo, H.D. 2005. Sustratos y frecuencias de riego para la producción de jitomate en hileras a

- diferente altura. *Terra* 23: 341-349. (ISSN: 0187-5779)
- Manjares-Martínez, M.J., R. Ferrera-Cerrato y M.C. González-Chávez. 1999. Efecto de la vermicomposta y la micorriza arbuscular en el desarrollo y tasa fotosintética de chile serrano. *Terra* 17:9-15. (ISSN: 0187-5779)
- Ndegwa, P.M., S.A. Thompson and K.E. Das. 2000. Effects of stocking density and feeding rate on vermicomposting of biosolids. *Biores. Technol.* 71: 5-12. (ISSN: 0960-85240)
- Romero-Lima, M.R., Trinidad-Santos, A., García-Espinosa, R., y Ferrera-Cerrato, R. 2000. Producción de papa y biomasa microbiana en suelos con abonos orgánicos y minerales. *Agrociencia* 34: 261-269. (ISSN: 1405-3195)
- SAS Institute. 1988. SAS User`s Guide: Statistics. Release 6.03 Edition. SAS Institute, Inc. Cary, N.C. USA. 1028 p.
- Urrestarazu, M. 2000. Manual de cultivo sin suelo. Ed. Universidad de Almería y Mundi-Prensa. España. 648 p. (ISSN: 0304-8942)
- Vázquez, P.R. 2004. Producción de tomate bola (*Lycopersicon esculentum*) bajo diferentes sustratos hidropónicos. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México. 370-374 pp.

# Evaluación de vermicomposta en el crecimiento y producción de fresa y pepino Citar

Gilberto Vázquez Gálvez<sup>1✉</sup>, Rebeca Flores Magallón<sup>2</sup> y Luis Fernando Ceja Torres<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Profesores-investigadores áreas de Nutrición Vegetal, Fitopatología y Microbiología de los Alimentos, respectivamente. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Michoacán (CIIDIR-IPN-Michoacán). Instituto Politécnico Nacional. Justo Sierra 28. Jiquilpan, Mich., CP 59510.

✉ gvazquez43@hotmail.com

## Introducción

Actualmente se están desarrollando nuevas alternativas de manejo enmarcadas en la agricultura orgánica, como la utilización de biofertilizantes. La vermicomposta es un producto de la biodegradación y estabilización de materiales orgánicos por la interacción de lombrices y microorganismos. Es un material parecido a la turba, con alta porosidad, aireación, drenaje, capacidad de almacenamiento de agua y actividad microbológica, lo cual lo hace un excelente mejorador de suelos (Atiyeh *et al.*, 2001).

La vermicomposta líquida, llamada también té, es un extracto en agua que contiene altos niveles de microorganismos benéficos y nutrientes solubles. En los últimos años ha llamado la atención de productores e investigadores debido a que varios experimentos han indicado que la aplicación de extractos de vermicomposta mejoran la sanidad de la planta, el rendimiento y la calidad nutritiva. Los extractos de composta además, pueden suministrar biomasas microbianas y materia orgánica en partículas pequeñas, ácidos orgánicos, reguladores de crecimiento y nutrientes minerales tanto a la planta como al suelo (Arancon *et al.*, 2007). Asimismo, la adición de vermicomposta sólida de diferentes fuentes como estiércol de vaca, estiércol de cerdo, desperdicios de alimentos, etc., incrementa la tasa de germinación, el

crecimiento y el rendimiento de muchos cultivos de alto valor económico (Atiyeh *et al.*, 2000; ). Lo cual se atribuye a que contiene reguladores de crecimiento vegetal tales como ácidos húmicos y auxinas, giberelinas y citocininas (Atiyeh *et al.*, 2002; Canellas, *et al.*, 2002; Quaggiotti, *et al.*, 2004; Zandonadi *et al.*, 2007). Además, el vermicompost tiene un efecto positivo sobre la producción de biomasa al mejorar las propiedades físicas y químicas del suelo que favorecen una mejor disponibilidad de agua y nutrientes para la planta. Varios autores, entre ellos (Glaser *et al.*, 2002), reportan un incremento en la capacidad de intercambio catiónico, capacidad de almacenamiento de agua, entre otras características de los suelos donde se incorpora vermicomposta, en comparación con suelos sin vermicomposta. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de vermicomposta sólida aplicada al suelo y líquida en riego por goteo, sobre variables de crecimiento y rendimiento en los cultivos de fresa y pepino.

## Materiales y métodos

Los ensayos en fresa y pepino se realizaron en un invernadero de la localidad de Jiquilpan. Se utilizaron recipientes de plástico con capacidad de 4 litros, a los que se aplicó una mezcla de suelo y vermicomposta de estiércol vacuno. Se aplicó también vermi-

composta líquida (VL), que se derivó de un extracto del vermicomposta sólida, colocan- do en un recipiente de 200 litros una cuarta parte de vermicomposta sólida y 3 de agua, y se mezcló con agua a una dosis de 30 litros de VL en 200 litros de agua. Se utilizaron plantas de fresa de la variedad Dulceana, y en pepino la variedad Carolina, las cuales se regaron por goteo. Se probaron dos niveles de vermicomposta sólida, 0 y 20 ton ha<sup>-1</sup>, y tratamientos de fertilización líquida en los que se incluyó una solución nutritiva y un extracto de vermicomposta líquida. Se utilizaron 10 plantas por unidad experimental y un diseño de bloque completos azar con tres repeticiones. Se midieron variables del crecimiento y rendimiento. Los análisis de varianza y las pruebas de medias (Tukey), se realizaron en el programa estadístico SAS.

## Resultados

En el Cuadro 1 se observa una clara superioridad significativa en las variables rendimiento de fruto, número y tamaño de fruto y área foliar cuando se aplicó vermicomposta en el cultivo de la fresa al suelo en comparación con no aplicar. En el Cuadro 2 se observa que la aplicación de fertilizantes convencionales en riego por goteo tuvo un efecto significativo en el rendimiento, número y tamaño de fruto y área foliar en el cultivo de la fresa cv 'Dulceana'; sin em-

bargo, fue significativamente igual cuando se complementó con la aplicación de vermicomposta líquida en el agua de riego. En pepino, solo se observó una tendencia de un mayor rendimiento de fruto cuando se aplicó vermicomposta sólida al suelo (Cuadro 3). Esta misma tendencia se observó para las variables de crecimiento área foliar, altura de planta, peso fresco y seco.

## Discusión

La vermicomposta sólida y líquida afectó positivamente el rendimiento y crecimiento de los cultivos de fresa y pepino, principalmente cuando esta se aplicó en forma sólida. Varios autores (Atiyeh *et al.*, 2002; Canellas, *et al.*, 2002; Quaggiotti, *et al.*, 2004; Zandonadi *et al.*, 2007), atribuyen ese efecto positivo a las acción hormonal y a la actividad microbiana que promueven el crecimiento y la absorción nutrimental. Otros autores como Glaser *et al.*, (2002) relacionan este efecto con las propiedades que tiene la vermicomposta como mejorador de las propiedades física y química del suelo que favorecen una mejor disponibilidad de agua y nutrimentos para la planta. Frente a los fertilizantes químicos, el efecto de los dos tipos de vermicomposta fue inferior porque no suministran las cantidades de nutrimentos que las plantas requieren para su crecimiento y desarrollo (Hernández *et al.*, 2010). La inconsistencia reporta-

**Cuadro 1.** Efecto de la aplicación de vermicomposta sólida sobre el rendimiento, número y peso de fruto y área foliar en fresa cultivar 'Dulceana'.

Tratamiento	Rendimiento de fruto (g)	Número de frutos	Peso de fruto (g)	Área foliar (cm <sup>2</sup> )
Vermicomposta (20 ton/ha)	336.27 A*	30.46 A	10.74 A	47.58 A
Suelo	78.60 B	8.46 B	8.92 B	42.95 B
CV	35.13	34.10	12.38	6.83
DMS	59.30	5.40	0.99	2.51

\*Cifras seguidas por la misma letra son estadísticamente iguales ( $\alpha=0.5$ ).

**Cuadro 2.** Efecto de la aplicación de vermicomposta líquida en riego por goteo sobre el rendimiento, número y peso de fruto y área foliar en fresa cultivar ‘Dulceana’.

Tratamiento	Rendimiento (g)	Número de frutos	Peso de fruto (g)	Área foliar (cm <sup>2</sup> )
Agua (A)	141.50 C*	15.33 BC	8.82 C	42.71 C
Fertilización convencional (FC)	327.86 A	27.0 A	11.87 A	50.45 A
Vermicomposta líquida (VL)	201.67 BC	20.33 ABC	9.45 BC	44.30 BC
FC + VL (50%+50%)	249.33 AB	22.0 AB	10.45 AB	46.85 AB
CV	35.13	34.10	12.38	6.83
DMS	93.76	8.5	1.56	3.97

\*Cifras seguidas por la misma letra son estadísticamente iguales (DMS  $\alpha=0.5$ ).

**Cuadro 3.** Efecto de la aplicación de vermicomposta sólida sobre el rendimiento, área foliar, altura de planta, peso fresco y seco por planta de pepino cultivar Carolina.

Tratamiento	Rendimiento de fruto (g)	Área foliar (cm <sup>2</sup> )	Altura de planta (cm)	Peso fresco (g)	Peso seco (g)
Vermicomposta	7204.1 a	1850.6 a*	122.795 a	247.85 a	29.350 a
Suelo	6392.9 a	1525.5 a	111.392 b	215.60 a	24.758 a
CV	14.16	26.04388	9.855243	32.52043	33.38270
DMS	906.58	413.88	10.864	70.944	8.5023

\*Cifras seguidas por la misma letra son estadísticamente iguales (DMS  $\alpha=0.5$ ).

da en diversos trabajos sobre el efecto de la vermicomposta en el crecimiento y rendimiento de cultivos, sugiere que la dosis puede mejorarse en función de estudios para optimizar estas variables.

## Conclusiones

Los resultados obtenidos demuestran el efecto positivo que tuvo la vermicomposta sólida sobre el rendimiento y crecimiento del cultivo de la fresa y pepino cuando se comparan con plantas sin vermicomposta. Sin embargo, las plantas de fresa que recibieron fertilizante químico registraron un mayor crecimiento y rendimiento de fruto que aquellas con vermicomposta.

## Bibliografía

- Arancon, N. Q., C.A. Edwards, R. Dick and L. Dick. 2007. Vermicompost tea production and growth impacts. *Biocycle* 48:51-52.
- Atiyeh, R.M., C.A. Edwards, S. Subler, and J.D. Metzger. 2000. Earthworm-processed organic waste as components of horticultural potting media for growing marigold and vegetable seedlings. *Compost Science and Utilization* 8 (3): 215–253.
- Atiyeh, R.M., C.A. Edwards, S. Subler, and J.D. Metzger. 2001. Pig manure as a component of a horticultural bedding plant medium: effect on physicochemical properties and plant growth. *Bioresource Technology* 78:11-20.
- Atiyeh, R.M., S.S Lee, C.A. Edwards, N.Q. Arancon, and J.D. Metzger. 2002. The influence of humic acid derived from earthworm-processed organic waste on plant growth. *Bioresource Technology* 84: 7–14.
- Canellas, L.P., F.L. Olivares, A.L. Okorokova-Façanha, and A.R. Façanha. 2002. Humic acids isolated from earthworm compost enhanceroot elongation, lateral root emergence, and plasmamem-

- brane H<sup>+</sup>-ATPase activity in maize roots. *Plant Physiology* 130:1951–1957.
- Glaser B., J. Lehmann, and W. Zech. 2002. Ameliorating physical and chemical properties of highly weathered soils in the tropics with charcoal. *Biology and Fertility of Soils*. 35:219–230.
- Hernández, A., H. Castillo, D. Ojeda, A. Arras, J. López, and E. Sánchez. 2010. Effect of vermicompost and compost on lettuce production. *Chilean Journal of Agricultural Research*. 70(4):583-589.
- Quaggiotti S., B. Ruperti, D. Pizzeghello, O. Francioso, V. Tugnoli, and S. Nardi. 2004. Effect of low molecular size humic substances on nitrate uptake and expression of genes involved in nitrate transport in maize (*Zea mays* L.). *Journal of Experimental Botany* 55: 803–813.
- Zandonadi, D.B., L.P. Canellas, and A.R. Façanha. 2007. Indolacetic and humic acids induce lateral root development through a concerted plasma-lemma and tonoplast H<sup>+</sup> pumps activation. *Planta* 225:1583–1595.

# Histoplasmosis canina en pulmón Citar

Víctor Barragán Cano Víctor✉, Aurora Cecilia Farías Gonzales y Jacinto Bañuelos Pineda

Departamento de Medicina Veterinaria, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Camino Ing. Ramón Padilla Sánchez No. 2100, La Venta del Astillero, 45221, Zapopan, Jalisco, México, Universidad de Guadalajara.

✉ [bcv00151@cucba.udg.mx](mailto:bcv00151@cucba.udg.mx)

## Resumen

La histoplasmosis es una enfermedad producida por un hongo dimórfico denominado *Histoplasma capsulatum* que en su fase infecciosa se manifiesta como una pequeña levadura que se encuentra al interior de células fagocíticas principalmente de macrófagos. Este hongo puede producir una infección sistémica diseminada a partir de su entrada por vía aérea llegando a pulmón y de allí dispersándose a todo el organismo. En ocasiones la infección solo se desarrolla en los pulmones produciendo histoplasmosis pulmonar, en otros casos solo se afecta intestino produciendo histoplasmosis intestinal. Aquí se describe un caso de histoplasmosis pulmonar en un canino que presentó deterioro de su condición respiratoria debido a neumonía que no respondió al tratamiento con antibióticos y se decidió por la eutanasia. En la necropsia solo se observó neumonía severa, edema y hemorragias. El examen histopatológico de los tejidos mostró una inflamación granulomatosa multifocal, edema y hemorragias alveolares. Las células inflamatorias más abundantes fueron los macrófagos y algunos de ellos presentaron en su citoplasma corpúsculos pequeños en cantidad variable que se teñían con hematoxilina y rodeados de un halo claro. Estas estructuras fueron compatibles con las formas de levadura de *Histoplasma capsulatum* que se alojan en el citoplasma de los macrófagos; además, fueron positivas

a la reacción de PAS. Los macrófagos con las levaduras en el pulmón y la ausencia de mas tejidos afectados nos hace establecer el diagnóstico de histoplasmosis pulmonar para este caso.

## Introducción

La histoplasmosis es una enfermedad producida por el hongo dimórfico denominado *Histoplasma capsulatum* (Hc); el cual tiene una forma saprofítica micelial y otra patógena levaduriforme. Dentro de esta especie existen tres variedades el *H. capsulatum* var. *capsulatum*; *H. capsulatum* var. *duboisii*; *H. capsulatum* var. *farciminosum*. La variedad *capsulatum* es la responsable de la histoplasmosis clásica que se distribuye por todo el mundo. La histoplasmosis se ha descrito en humanos y en muchos mamíferos en áreas endémicas y no existe evidencia de que los animales infectados transmitan el hongo a los humanos. La histoplasmosis tiene dos presentaciones clínicas, una benigna e inaparente caracterizada por nódulos pulmonares y una presentación sistémica diseminada que puede tener además de la forma clásica los subtipos pulmonar y entérica.<sup>1,2</sup>

El *H. capsulatum* existe en el suelo en forma micelial con esporas asexuadas, en el organismo del mamífero se convierte en su forma de levadura y se reproducen por gemación que es esencial para la infección. La

vía más común de infección es la inhalación de microconidias, las cuales son fagocitadas por macrófagos y llevadas a los linfonódulos más cercanos. Subsecuentemente el *H. capsulatum* se disemina a numerosos órganos. Debemos mencionar que el Histoplasma puede invadir no solo a los macrófagos sino también a neutrófilos e incluso a eosinófilos<sup>2</sup>.

Si la dosis de esporas infectantes es grande o el sistema inmunitario del huésped esta alterado es posible que ocurra enfermedad clínica grave. El sistema de inmunidad celular controlara pronto la infección en la mayoría de los sujetos. Es difícil determinar el porcentaje real de histoplasmosis en animales, ya que la mayor parte de las infecciones son subclínicas. Es probable que la prevalencia sea igual a la de las poblaciones de seres humanos en áreas endémicas.<sup>3</sup>

Se han notificado casos de histoplasmosis en perros que van desde los dos meses hasta 14 años; aunque es más común que afecte a perros de menos de cuatro años, sin predilección aparente por sexo. Los signos clínicos en la mayoría de los casos de perros son inapetencia, pérdida de peso y fiebre que no responde a antibióticos. En algunos casos los signos se limitan al árbol respiratorio e incluyen disnea, tos y ruidos pulmonares anormales; sin embargo en la mayoría de los canes los signos clínicos son resultado de la histoplasmosis diseminada con afección digestiva, los hallazgos clínicos son signos de diarrea de intestino grueso, con tenesmo, moco y sangre fresca en heces, cuando la pérdida de sangre es cuantiosa se encuentran membranas mucosas pálidas. Una gran infiltración de *Histoplasma* en el intestino delgado puede causar grandes volúmenes de heces acuosas, al mismo tiempo que enteropatía con pérdida de proteínas. Algunos hallazgos asociados frecuentemen-

te son hepatomegalia, linfadenomegalia visceral, esplenomegalia, ictericia y ascitis. Los signos poco usuales son el vomito, linfadenomegalia periférica y cojera debido a infección ósea, lesiones oculares, cutáneas y hasta afección neurológica.<sup>2,4,5</sup>

La anormalidad hematológica más común en perros con histoplasmosis diseminada es la anemia normocítica normocrómica no regenerativa, causada tal vez por la infección a la medula ósea o por pérdida sanguínea intestinal. La realización de conteos diferenciales de 1000 células favorecen la detección de células infectadas. Es frecuente que las radiografías de perros con histoplasmosis pulmonar activa exhiban un patrón intersticial lineal o difuso, estos infiltrados a menudo son coalescentes y pueden ser miliares o nodulares gruesos.<sup>2</sup>

Es usual que los *histoplasmas* sea numerosos en los tejidos afectados, a menudo se puede hacer un diagnóstico mediante aspiración con aguja fina o citología exfoliativa. Por lo general estos microorganismos se encuentran en las células del sistema fagocitario mononuclear; dentro de cada célula fagocitaria se puede encontrar una o muchas levaduras. Las tinciones hematológicas muestran al organismo como un pequeño cuerpo redondo (2 a 4 um) con centro basofílico y un halo claro causado por el encogimiento de la levadura durante la tinción. En los perros son productivos los raspados rectales, improntas de biopsia clónica y aspirados de hígado, pulmón, bazo y medula ósea. También se pueden examinar otros tejidos o líquidos corporales según lo indiquen los signos clínicos del caso. Los tejidos afectados presentan inflamación granulomatosa, pero los *Histoplasma* son difíciles de detectar con tinción H-E de rutina. Las tinciones especiales para hongos (Grocott,

Griddley) se utilizan cuando se sospecha de histoplasmosis.<sup>2,5,6</sup>

*Histoplasma capsulatum* se puede cultivar a partir de especímenes tisulares aspirados con aguja fina y líquidos corporales. La fase de levadura produce colonias húmedas, blancas cuando se inoculan en agar sangre y se incuban de 30 a 37 °C. la fase micelial se desarrolla en siete a diez días en medios de cultivo rutinarios para hongos, los cuales se incuban a temperatura ambiente. Las microconidias producidas por la fase micelial son infecciosas por lo que los cultivos que muestren este tipo de crecimiento deben tratarse con mucho cuidado, existen pruebas intradérmicas de reactividad a histoplasmina que son poco confiables en animales de compañía y no es posible usarlas para confirmar el diagnóstico.<sup>2,7</sup>

## Material y método

Se presento para necropsia el cadáver de un canino hembra de raza mestiza de cuatro meses de edad y 6 kg de peso, la cual había sido eutanaciada el día anterior en una clínica veterinaria debido a que presentaba un cuadro agudo de neumonía la cual no respondía a los antibióticos administrados. Ante el deterioro de la condición general los dueños dispusieron la eutanasia del animal. La necropsia la realizo un equipo de estudiantes de la clase de Patología General Veterinaria en la sala de necropsias del Departamento de Medicina Veterinaria de la Universidad de Guadalajara. Se tomaron muestras para el estudio histopatológico, para lo cual se utilizo la técnica de inclusión en parafina, corte microtómico y tinción con hematoxilina y eosina. Esto se llevo a cabo en el laboratorio de histopatología del Departamento de Medicina Veterinaria de la Universidad de Guadalajara. Se hizo la

lectura de las laminillas histológicas utilizando un foto-microscopio Leica DME.

## Resultados

Los hallazgos macroscópicos más significativos fueron neumonía severa que abarcaba a los lóbulos diafragmáticos y la parte dorsal de los lóbulos cardiacos, edema, algunas hemorragias, espuma en bronquios y tercio posterior de la tráquea.

Los hallazgos microscópicos encontrados se describen a continuación: presencia de pequeñas áreas de consolidación en las que se observa necrosis y células inflamatorias principalmente macrófagos, ocasionalmente neutrófilos y linfocitos. La mayoría de los alveolos presenta edema y algunas hemorragias, en la luz de los alveolos se observan macrófagos. Algunos macrófagos se observan agrandados con el citoplasma lleno de corpúsculos basófilos rodeados de un pequeño halo claro, siendo estas estructuras compatibles con macrófagos infectados con formas levaduriformes del hongo *Histoplasma capsulatum*. Una posterior observación con el objetivo de inmersión mostro macrófagos con diversas cantidades de levaduras de *Histoplasma* y en áreas del pulmón levaduras libres de provenientes de macrófagos que ya habían liberado las levaduras. Se realizo la tinción de PAS y las estructuras al interior de los macrófagos resultaron PAS positivas lo que demuestra que son estructuras de fúngicas.

Al no encontrarse lesiones macroscópicas en otros órganos sino solo en pulmón se considera a esta una presentación de histoplasmosis pulmonar y no de la forma sistémica diseminada que es la más común. Se realizo la tinción del ácido peryodico de Shiff (PAS) como tinción complementaria.

La reacción inflamatoria de tipo granulomatosa, la presencia de formas de levadura en el interior del citoplasma de los macrófagos, la reacción PAS positiva de los microorganismos en el interior de los macrófagos, son lesiones que coinciden plenamente con histoplasmosis pulmonar. La coccidioidomicosis, la blastomicosis, la criptococosis, la clamidiosis y tumores pulmonares son enfermedades que se pueden confundir y de las cuales se necesita diferenciar la histoplasmosis.

## Discusión

A pesar de que en la literatura se menciona que la histoplasmosis es una micosis interna importante y frecuente en ciertas regiones geográficas.<sup>1,2,3,4,5,7</sup> Existen relativamente pocos reportes de casos documentados y la mayoría son, casos aislados y no brotes epidémicos en los que se afectan un gran número de caninos en un corto periodo de tiempo. En 1987 Silva-Ribeiro *et al.*<sup>8</sup> lograron identificar en Río de Janeiro a 73 caninos callejeros positivos a histoplasmosis mediante la reacción intradérmica de un antígeno derivado de un polisacárido micelial de *H. capsulatum*. En la necropsia de cinco de estos caninos cuatro presentaron histoplasmosis diseminada, confirmada por histopatología y cultivo. En la provincia de Ontario, Canadá, Sanford y Straube en 1991 diagnosticaron a un cachorro shar pei mediante la biopsia de un ganglio popíleo.<sup>9</sup> A pesar de hacerse una exhaustiva revisión no se encontró un solo reporte de caso documentado en México de histoplasmosis en caninos.

## Conclusión

Al hacer del conocimiento de la comunidad de patólogos veterinarios y de los clínicos en pequeñas especies un caso de histoplasmosis, aumentamos el conocimiento de una micosis interna que puede ser mal diagnosticada y mal manejada, debido a que su sinología clínica se puede confundir fácilmente con otras alteraciones respiratorias producidas por virus o por bacterias.

## Referencias bibliográficas

- Allendoerfer, R., G.S. Deepe, 1998. Infection with *Histoplasma capsulatum*: Host-fungus interface. *Revista Iberoamericana de Micología* **15**:256-260.
- Greene CE. 1993. *Enfermedades infecciosas de perros y gatos*. Editorial Interamericana McGraw-Hill, México D.F., México pp. 715-722.
- Džaja, P., Ž. Grabarevič, S. Rakočević, A. Gudan, A. Beck, O. Smolec, R. Sabočanec. 2004. Atypical disseminated canine histoplasmosis - a case report. *Veterinarski Arhiv* **74**(2):165-173.
- Arias, S., F. Suárez, I. Álvarez, E. Gutiérrez, I. Castellanos, L. Cardona. 2010. Meningoencefalitis por histoplasmosis en un canino: reporte de caso. *Revista de Medicina Veterinaria* **20**:39-47.
- Bromel, C., J.E. Sykes. 2005. Histoplasmosis in dogs and cats. *Clinical techniques in Small Animal Practice* **20**(4):227-232.
- Ebert, J.W., V. Jones, R.D. Jones, R.J. Weeks, F.E. Tosh. 1971. Experimental canine Histoplasmosis and Blastomycosis. *Mycopathologia and Mycologia Applicata* **45**:285-300.
- Reyes-Montes, M.R., M.L. Taylor, E. Curiel-Quesada, A.C. Mesa-Arango. 2000. Estado actual de la tipificación del hongo patógeno *Histoplasma capsulatum* var. *capsulatum*: una revisión de los hallazgos. *Revista Iberoamericana de Micología* **17**:121-126.
- Silva-Ribeiro, V.L., M.F. Ferreira-Da-Cruz, B. Wanke, B. Galvão-Castro. 1987. Canine histoplasmosis in Rio de Janeiro: natural and experimental infections. *Medical Mycology* **25**(5):319-322.
- Sanford, S.E., U. Straube. 1991. Disseminated histoplasmosis in a young dog. *The Canadian Veterinary Journal* **32**(11): 692.

# Deposición mineral en codornices en postura como efecto de la inulina hidrosoluble Citar

Jorge Luis Pérez de la Mora<sup>1</sup>✉, José Rogelio Orozco Hernández<sup>2</sup>✉, Idalia Ruiz García<sup>2</sup> y Roberto Cristino García de la Peña<sup>2</sup>

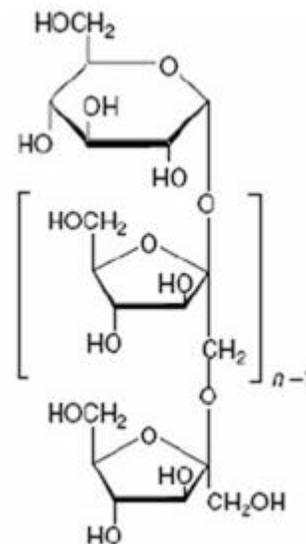
<sup>1</sup>Estudiante de Ingeniería en Sistemas Pecuarios. <sup>2</sup>Departamento de Ciencias Biológicas, Centro Universitario de Los Altos, Universidad de Guadalajara. Km 7.5 carretera Tepatitlán a Yahualica, Tepatitlán de Morelos, Jalisco, México.

✉ [jorerez@hotmail.com](mailto:jorerez@hotmail.com) | [rorozco@cualtos.udg.mx](mailto:rorozco@cualtos.udg.mx)

## Introducción

Inulina es un oligosacárido soluble en agua, el cual está formado principalmente de fructanos unidos con enlace  $\beta$  2-1, el cual no es digerido en el tracto gastrointestinal pero es fermentado en el intestino grueso (Rehman *et al.*, 2008; Sritiawthai *et al.*, 2013). Además, al igual que otros glúcidos es aprovechado por los lactobacilos, reduciendo así el desarrollo de bacterias indeseables. Durante el proceso se sintetizan ácidos grasos de cadena corta (ácido acético, propiónico y butírico) que estimulan el crecimiento bacteriano y reducen el pH del contenido del tracto. Según varios autores (Biggs *et al.*, 2007; Scholz-Ahrens *et al.*, 2007; Sritiawthai *et al.*, 2013) se estimula la solubilidad de minerales y su absorción. Por lo tanto, es necesario usar un indicador de disponibilidad como la tibia, cascarón o la yema.

Estudios donde se ha evaluado la inulina la proveniente de la achicoria (Biggs *et al.*, 2007; Rehman *et al.*, 2008; Świątkiewicz *et al.*, 2010) en mamíferos con crecimiento y mineralización ósea acelerada, se estimula dicho parámetro. En gallinas la presencia de inulina en el alimento promovía la producción de huevo así como la conversión alimenticia, además de reducir el colesterol circulante en sangre (Świątkiewicz *et al.*,



2010). Es de observarse que la calidad del cascarón fue mejorada según los autores con el uso de inulina de achicoria. La anterior es difícil de encontrarse en el mercado nacional, sobre todo en las regiones avícolas. Sin embargo, en el mercado nacional existe una inulina que tiene mayor índice de polimerización molecular, como por ejemplo la obtenida de la planta de *Agave tequilana* que lo contiene en aproximadamente 25% del peso de la piña o cabeza.

Al buscar en la literatura sobre el empleo de producto anterior, se ha encontrado poca referencia sobre el efecto del oligosacárido en la producción de huevo, pero en



pocos se relaciona su presencia con la deposición de minerales en el cascarón. Ninguna referencia fue encontrada sobre el efecto de un oligosacárido con grado de polimerización mayor al 25 (como el de *Agave tequilana*) soluble en agua, sobre este fenómeno en aves como es la codorniz japonesa (*Coturnix coturnix*). Por ello el objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de la adición de inulina de agave al agua de bebida para codornices en postura y medir la respuesta productiva.

### Material y métodos

El presente estudio fue realizado en el Laboratorio de Investigación de Producción Animal (LIPA) del Departamento de Ciencias Biológicas del Centro Universitario de Los Altos de la Universidad de Guadalajara. Los animales se manejaron según los estándares humanitarios para animales en experimentación establecidos en la Ley Estatal de Protección Animal del estado de Jalisco, bajo la constante supervisión de médicos veterinarios.

Para el desarrollo del estudio se emplearon cien gallinas de *Coturnix coturnix* japonesa que contaban al inicio del experimento con veinte semanas de edad en producción las cuales fueron aleatoriamente distribuidas en cuatro grupos y alimentadas con una

ración a base de sorgo molido y pasta de soya, además de minerales, los tratamientos fueron el testigo (sin inulina de agave en el agua), 2, 4, y 6% inulina en el agua de bebida durante un periodo de seis semanas.

Las aves del presente estudio fueron alojadas en jaulas (10/jaula) comerciales de alambre (21 × 20 × 27 cm), y su peso corporal se midió al inicio así como al final del mismo. Los huevos producidos fueron recogidos diariamente. La producción (%) y consumo de alimento fueron determinados en cada uno de los tratamientos a diario. Se seleccionó el 10% de los huevos producidos para posterior análisis de calidad. El cascarón y la yema de huevo fueron deshidratados en estufa (70 °C) hasta peso constante y molidos antes de ser incinerados (600 °C durante 24 h) en un horno mufla.

Aleatoriamente se seleccionaron aves (10%), las que fueron sacrificadas humanamente y la tibia izquierda fue extraída, limpiada y se le retiró el tejido conectivo para después ser almacenadas a -20°C. Antes del análisis los huesos fueron descongelados a temperatura ambiente para después ser incinerados y medir así, la cantidad de minerales totales en porcentaje del cuerpo del animal.

La varianza de los datos experimentales fue estadísticamente analizada usando el

procedimiento GLM del paquete SAS estableciendo un alfa de 0.05 para declarar las diferencias entre los tratamientos, empleando el método de Duncan para separar los promedios cuando esta existió en el parámetro estudiado.

## Resultados

El consumo individual de agua se incrementó al adicionar el fructano al agua (63.32, 67.45, 75.21 y 72.45 para 0, 2, 4 y 6% de inulina, respectivamente;  $P < 0.05$ ; Gráfica 1;  $R = 0.046$ ). El peso corporal no fue afectado por el uso de inulina de agave en el agua ( $P > 0.05$ ). Tampoco el peso del huevo (promedio de 12.70 gramos) fue afectado por el nivel de inulina ( $P = 0.0537$ ) adicionado al agua de bebida. La cantidad de minerales en cascarrón disminuyó cuando se empleó el 2% y luego se incrementaron (48.68, 42.96, 51.54, y 52.47% para 0, 2, 4, 6% de inulina en agua respectivamente,  $P < 0.05$ ;  $R = 0.28$ ).

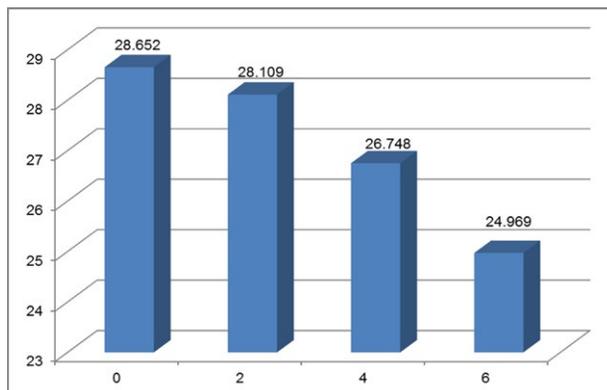
En cambio la concentración de calcio en cascarrón varió con el nivel de inulina en agua de bebida (18.80, 17.00, 23.00, 19.96% para 0, 2, 4, 6% de inulina respectivamente,  $P < 0.05$ ). Por otro lado, la tibia de la codorniz peso 1.077 gramos, pero no fue afectado por la adición de inulina al agua de bebida, tampoco la cantidad de minerales o en lo

particular de calcio ( $P > 0.05$ ). Por otro lado, adicionar la inulina de agave en el agua de bebida no provocó variación en el peso tanto de la yema como su contenido en minerales totales o calcio ( $P > 0.05$ ).

## Discusión

El peso del huevo encontrado en el presente estudio coincide con los autores Świątkiewicz *et al.* (2010) y Sritiawthai *et al.* (2013) quienes no observaron efecto de la inulina en la productividad de gallinas destinadas a obtener huevo para consumo humano. Sin embargo Abdelqader *et al.* (2013) encontraron un incremento en el peso del huevo cuando emplearon la inulina de achicoria en el alimento.

Respecto a la cantidad de minerales y calidad de huevo Świątkiewicz *et al.* (2010) y Sritiawthai *et al.* (2013) no encontraron efecto de la inulina de achicoria en la calidad del cascarrón en gallinas. Pero Abdelqader *et al.* (2013) incrementaron la cantidad de cenizas y de calcio tanto en el cascarrón como en la tibia de gallinas White Lohmann de 65-75 semanas en producción. Lo anterior muestra que la inulina tanto de achicoria como la empleada en el presente estudio afectan de manera limitada la absorción y la deposición de minerales, en especial de calcio en estos indicadores seleccionados.



## Conclusión

Suministrar inulina de agave vía agua de bebida afecta de manera sustancial la deposición de minerales en cascarrón, pero no en tibia o yema.

## Literatura citada

- Abdelqader, A., Al-Fataftah A.R., y G. Das. 2013. Effects of dietary *Bacillus subtilis* and inulin supplementation on performance, eggshell quality, intestinal morphology and microflora composition of laying hens in the late phase of production. *Anim. Feed Sci. Technol.* **179**:103-111.
- Biggs, P., Parsons C. M. y G. C. Fahey. 2007. The effects of several oligosaccharides on growth performance, nutrient digestibilities, and cecal microbial populations in young chicks. *Poultry Science*. **86**:2327-2336.
- Rehman, H., Rosenkranz C., Böhm J. y J. Zentek. 2007. Dietary inulin affects the morphology but not the sodium-dependent glucose and glutamine transport in the jejunum of broilers. *Poultry Science*. **86**:118-122.
- Scholz-Ahrens, K. E., Ade, P., Marten, B., Weber, P., Timm, W., Asil, Y., Gluer, C.-C. y J. Schrezenmeir. 2007. Prebiotics, probiotics, and synbiotics affect mineral absorption, bone mineral content, and bone structure. *Journal of Nutrition*. **137**:838S-846S.
- Sritiawthai, E., Kaewtapee, C., Bunchasak, C. y T. Poeikhampha. 2013. Effect of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) supplementation on production performances, egg quality characteristics and intestinal microflora of laying hens. *Journal of Applied Science*, **13**:183-187.
- Świątkiewicz, S., Koreleskia J. y A. Arczewska-Włoseka. 2010. Effect of prebiotic fructans and organic acids on mineral retention in laying hens. *Acta Agriculturae Scandinavica*. **60**:125-128.

# Características de crecimiento de becerras Holstein del nacimiento al destete en el centro de recría (CERCRIA) PROLEA en Acatic, Jalisco

Rosario Guadalupe Nieves Pedroza<sup>1</sup>, Ernesto Medina Núñez<sup>1</sup>, José de Jesús Ramírez González<sup>1</sup>, Francisco Javier Padilla Ramírez<sup>2</sup> y Eduardo González Covarrubias<sup>2</sup>

<sup>1</sup>PROLEA, Acatic, Jalisco; <sup>2</sup>Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Camino Ing. Ramón Padilla Sánchez No. 2100, La Venta del Astillero, 45221, Zapopan, Jalisco, México, Universidad de Guadalajara.

## Introducción

La cría eficiente de reemplazos es una meta que no se cumple en la mayoría de los establos dedicados a la producción de leche en pequeña y mediana escala, debido principalmente a los sistemas tradicionales de crianza donde el ganado se explota con una escasa o nula aplicación de tecnología, donde se observan bajos índices productivos, alta incidencia de enfermedades y alto porcentaje de mortalidad, Cueva D A. A, 2003; Buchanan, B y A.L. Skidmore, 1996. Recientemente ha surgido el interés en acelerar el crecimiento y desarrollo de las vaquillas, de tal manera que tengan su primer parto a una edad más temprana, lo que reduce los costos de cría de reemplazos y proporciona una fuente extra de ingresos por la venta de vaquillas, Medina .M. 2006. Actualmente se cuenta con información tanto a nivel nacional como estatal donde se encontraron las diferentes fallas en el manejo asociado a la etapa de crianza y desarrollo de vaquillas: que menos del 5% de los productores encuestados evalúan la calidad del calostro que utilizan; alrededor del 70% vacuna a sus becerras; el 86% desparasitan a las becerras; Solo el 13% cuenta con espacios destinados a parideros, de los productores encuestados ninguno manifestó proveer de cama limpia a las hembras próximas a parir. En relación a contar con corraletas o alguna estructura para la crianza individual de las becerras

recién nacidas solo el 45% cuentan con esa infraestructura, y el 63% ofrece sustitutos de leche. Aspectos como atención al parto y ofrecer concentrado previo al destete muestran valores aceptables mayores al 90%. Vera y col. 2012. Con base a la información anteriormente mencionada se observa que no existe un programa estratégico de crianza de vaquillas en establos de pequeña y mediana escala especialmente enfocadas al control de diseminación de enfermedades y por lo tanto contar con vaquillas sanas al parto. El objetivo del presente estudio fue el de evaluar las características de crecimiento expresado en cambios de peso corporal y algunas medidas zoométricas del nacimiento al destete en un centro especializado en recría (CERCRIA) de vaquillas de reemplazo ubicado en Acatic Jalisco donde se aplican las prácticas de manejo adecuadas para llevar al primer parto a las vaquillas alrededor de los 24 meses.

## Materiales y metodología

Se evaluaron 716 registros de control individual de las becerras que ingresan al CERCRIA procedentes de establos asociados a PROLEA. El manejo de las becerras del nacimiento al destete es como sigue: las becerras llegan de 3 a 5 días de nacidas ya previamente calostradas. En principio se les aplica vigantol (vitamina ADE) y la vacu-

na TSV2), posteriormente se abre su tarjeta de control individual para el registro de las variables de crecimiento. El mismo día de ingreso se toma una muestra de sangre para la lectura del refractómetro para determinar los niveles séricos de inmunoglobulinas. A partir de los 30 días de edad se aplica el siguiente programa de vacunación: A los 30 días: Bovishield Gold (DVB,IBR,Parainfluenza) + Spirovac (leptospira); A los 40 días: One shot (Manemhemia E.);A los 45 días: desparasitación; a los 50 días: bovisshield gold + spirovac . En relación a la alimentación se les ofrece 4 litros de sustituto de leche repartida en dos tomas, también se les ofrece concentrado de iniciación y agua a libre acceso. A partir de los 45 días de edad se les ofrece 2 l por la mañana y se suspende la toma de la tarde con el fin de que las becerras aumenten su consumo de concentrado. Cada tercer día de edad se monitorean las temperaturas rectales para detectar animales enfermos y aplicar el tratamiento adecuado previo diagnóstico. El destete se realiza a los sesenta días generalmente cuando alcanzan un peso corporal arriba de 80 kg y una altura a la cruz de 86 cm. El estudio comprendió los años de 2009 a 2011. Se analizó la información de crecimiento desde el nacimiento hasta el destete que ocurrió a los dos meses de edad. El peso corporal se estimó con la medición del perímetro torácico y la talla evaluada a través de la altura a la cruz en cm. a través del uso de un vernier diseñado para este fin. Para el análisis estadístico se utilizó el programa MINITAB en su rutina ANOVA. Las variables de respuesta que se analizaron fueron: Peso corporal, kg, altura a la cruz, cm tanto al nacimiento como y al destete. Para calcular la ganancia diaria promedio (GDP) del nacimiento al destete se utilizaron los datos entre dos eventos restando el peso al nacimiento del peso destete y dividiendo el resultado entre sesenta días. Tam-

bién se registraron las muertes ocurridas en este periodo de estudio, y se evaluó tasa de mortalidad expresada en porcentaje.

## Resultados

Las características de crecimiento desarrollo y la tasa de mortalidad se muestran en el cuadro 1. El peso al nacimiento que registraron las becerras del estudio fue de  $42.2 \pm 0.196$  kg, siendo la mayor frecuencia en animales que pesaron entre 40 y 45 kg. El peso al destete fue de  $73.2 \pm 0.370$  kg, siendo la de mayor frecuencia los animales que pesaron entre los 70 y 80 kg. La ganancia diaria promedio fue de 0.516 kg. En relación a la altura a la cruz, las becerras midieron 74.9 y 83.9 cm, al nacimiento y al destete respectivamente. Cuando se realizó una tabla de frecuencias, los animales que tuvieron una altura a la cruz de 75 cm al nacimiento mostraron el mayor número. Al destete la mayor frecuencia se observó en las becerras que mostraron una talla de 80 y 85 cm. La tasa de mortalidad del nacimiento al destete fue de 8.8%.

## Discusion

Se ha demostrado que la tasa de crecimiento durante la etapa de crianza y desarrollo determina en gran parte el comportamiento futuro de los vientres en un establo Head, H.H. 1992; Perkins, L.B. 1995. Los valores observados en el presente estudio son significativamente mejores que los observados en los establos aledaños al CERCRIA de PROLEA. Con base a lo anterior se cumple la función del centro en el sentido de llevar a las becerras a un ritmo de crecimiento para que lleguen a su primer parto a los 24 o 25 meses.

<b>Cuadro 1. Características de crecimiento de becerras Holstein del nacimiento al destete en el CERCRIA de PROLEA</b>			
<b>VARIABLE</b>	<b>n</b>	<b>Media X</b>	<b>Error estándar ±</b>
Peso al nacimiento, Kg	716	42.2	.196
Talla al nacimiento, cm	716	74.9	.181
Peso al destete, Kg	716	73.2	.370
Talla al destete, cm	716	83.9	.191
Ganancia diaria promedio, Kg	716	.516	.165
Mortalidad nacimiento-Destete, %		8.8	

La tasa de mortalidad del nacimiento al destete observada en este estudio menor a lo reportado por otros autores quienes mencionan valores de casi 26% en la zona de Tijuana (Pijoan y Chávez, 2003); y entre 12 y 42%. Estos autores mencionan el hecho de que definitivamente las características de la explotación y el manejo son determinantes para el grado de mortalidad de las becerras. El manejo previo al parto de la vaca, el proceso de calostro de la becerro y las prácticas de manejo preventivas durante los primeros días de vida determinan la salud del futuro vientre del establo. En este estudio los únicos puntos críticos que no se controlaron fueron el manejo previo al parto y el calostro ya que se reciben las becerras de tres o cuatro días de nacidas. Durante el pe-

ríodo entre el nacimiento y el amamantamiento, el neonato depende para el metabolismo energético de sus propias reservas del glucógeno almacenado en el hígado en los músculos estriados y cardiacos. La rápida disminución de la concentración de glucógeno hepático después del nacimiento sugiere que éste se moviliza rápidamente para mantener los niveles sanguíneos de glucosa. La cría nace sin una fuente materna de anticuerpos o inmunoglobulinas en su sangre. Esto se debe probablemente a la impermeabilidad de la placenta epiteliocorial de los animales domésticos, que impide el paso de anticuerpos maternos. Sin embargo, inmediatamente después del nacimiento, se traspan inmunoglobulinas al recién nacido por medio del calostro, siendo el intestino

delgado permeable a las proteínas por un período de hasta 24 a 36 horas después del nacimiento. Sin embargo, es recomendable que la cría reciba una dosis de al menos tres litros de calostro dentro de las primeras dos horas de nacido y después otra dosis dentro de las 8 horas posteriores al parto. En estudios previos se ha detectado que en general en las explotaciones lecheras de pequeña y mediana escala menos del 5% de los productores encuestados evalúan la calidad del calostro y ponen poca atención al suministro adecuado de calostro, siendo esta práctica de vital importancia para el recién nacido. Los valores de mortalidad observados en este estudio son mejores a los observados en los establos comerciales debido a que en el centro se aplican las medidas sanitarias necesarias para disminuir el riesgo de enfermedades y por ende las muertes.

## Conclusiones

Los valores de crecimiento y mortalidad en este trabajo son mejores que los observados en establos aledaños al CERCRIA de PROLEA, por lo que se concluye que las prác-

ticas de manejo realizadas en el centro son las adecuadas para llevar a las vaquillas a su primer parto a los 24 meses de edad que es un valor universalmente considerado como ideal.

## Referencias bibliográficas

- Cueva de Anda A. 2003.** Crianza y desarrollo de reemplazos en hatos de lechería familiar. Tesis de licenciatura. Universidad de Guadalajara.
- Buchanan, B y A.L. Skidmore. 1996.** Las vaquillas pueden estarse comiendo sus utilidades. *Hoard's Dairyman* en español. Noviembre 1996 p 862.
- Head, H.H. 1992.** Heifer Performance Standard: Rearing Systems, Growth Rates and Lactation. *Large Dairy Herd Management*. Ed. by Van Horn and Wilcox.
- Medina CM.** Eficiencia en la producción de becerras y vaquillas lecheras. Memorias del 3er Curso internacional de clínica, cirugía y producción de becerras y vaquillas lecheras, 29-31 mayo de 2008; UNAM-FMVZ 26-35.
- Perkins, L.B. 1995.** Como hacer que las vaquillas pararan más jóvenes. *Hoard's Dairyman* en español. Enero 1995 p 58.
- Pijoan A.P., J.A Chávez D. 2003.** Costos provocados por neumonías en becerras lecheras de reemplazo mantenidas en dos sistemas de alojamiento. *Veterinaria México*. 34 (4).

# Comportamiento productivo y reproductivo de vaquillas de reemplazo del centro de recria (CERCRIA) PROLEA de Acatic, Jalisco

Citar

Rosario Guadalupe Nieves Pedroza<sup>1</sup>, Ernesto Medina Núñez<sup>1</sup>, José de Jesús Ramírez González<sup>1</sup>, Francisco Javier Padilla Ramírez<sup>2</sup> y Eduardo González Covarrubias<sup>2</sup>

<sup>1</sup>PROLEA, Acatic, Jalisco. <sup>2</sup>Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Camino Ing. Ramón Padilla Sánchez No. 2100, La Venta del Astillero, 45221, Zapopan, Jalisco, México, Universidad de Guadalajara.

## Introducción

El futuro productivo de un establo lechero depende de los resultados de los programas de crianza y desarrollo de vaquillas de reemplazo; sin embargo, muchas veces este programa es descuidado y al que menos atención se le presta, observándose en muchos establos que la crianza de becerras depende del alimento que sobra o se desperdicia en otras áreas del establo (vacas en producción, secas, etc.) Cueva de Anda A, 2003. Los animales de reemplazo que se crían actualmente a nivel nacional poseen una genética que demanda eficientes prácticas de alimentación y manejo para alcanzar el primer parto a los 24 meses de edad Medina, 2008. Se ha generado información tanto a nivel nacional como estatal donde se encontraron las diferentes fallas en el manejo asociado a la etapa de crianza y desarrollo de vaquillas: que menos del 5% de los productores encuestados evalúan la calidad del calostro que utilizan; alrededor del 70% vacuna a sus becerras; el 86% desparasitan a las becerras; Solo el 13% cuenta con espacios destinados a parideros, de los productores encuestados ninguno manifestó proveer de cama limpia a las hembras próximas a parir. En relación a contar con corraletas o alguna estructura para la crianza individual de las becerras recién nacidas solo el 45% cuentan con esa infraestructura, y el 63% ofrece sus-

titutos de leche. Aspectos como atención al parto y ofrecer concentrado previo al destete muestran valores aceptables mayores al 90%. Vera A H.R. y col. 2012. El objetivo del presente trabajo fue el de evaluar las características de crecimiento, desarrollo y algunas respuestas de comportamiento reproductivo de vaquillas de reemplazo desde el destete hasta los siete meses de gestación en el CERCRIA de PROLEA.

## Materiales y metodología

Se utilizaron los registros de control individual de las vaquillas de reemplazo criadas en el centro. El manejo de las becerras a partir del destete que se realiza a los sesenta días es como sigue: En la etapa de crecimiento la alimentación de las becerras consta de ensilaje, concentrado y en algunas épocas del año rastrojo con maíz más canola. En cuanto al manejo se descorna a las becerras a partir de los 6 meses con cautín caliente y serrucho, y se eliminan las tetillas accesorias. Se desparasitan y se vacunan contra clostridium y ántrax. Los animales se monitorean diariamente con el fin de mantener la salud de los animales en buen estado. En la etapa de desarrollo los animales llegan a una edad promedio de 11 a 15 meses promedio a partir de esta etapa se empieza a detectar calores en todas las

becerras de esta etapa. El criterio para determinar si se insemina o no es necesario que la becerro cuente con peso de 340 kg y una talla de 123 cm altura a la cruz y una edad de 13 meses promedio para ser servida. Se utiliza primordialmente semen de dos compañías de prestigio internacional probado. Par las vaquillas de primer servicio se utiliza semen sexado, mientras para primer seque para las vacas se utiliza semen convencional no sexado. El programa de vacunación siguiente es con Bovishield Gold + leptospira. El manejo de las vaquillas que han sido servidas pasan al grupo próximas a ser diagnosticadas para gestación, el cual se realiza con ultrasonido a los 31 días de servidas,, a los 60 días se hace un diagnóstico confirmatorio y se aplica una vacuna contra Leptospira a los 12-14-16 meses. Una vez que se confirman gestantes se pasan a los 3 corrales de vaquillas gestantes, donde permanecen desde un mes hasta los 5-6 meses de gestación. En la etapa de salida, que es la última, corresponde a las vaquillas con de 7 meses de gestación que es como se entregan al productor, con un peso de 520 kg y una talla de 137 cm altura a la cruz. Una vez que se pasan al corral de salidas se procede a registrar el peso corporal y la talla a la salida para estimar su desarrollo total. Una vez que se hace este manejo se vacuna contra staphylococcus aureus, y clostridium así como también para transmitir inmunidad de la madre a la cría. Las variables de respuesta para evaluar el comportamiento productivo de las vaquillas fueron: peso corporal (PC,Kg), altura a la cruz expresada por la talla (cm) y edad (meses) a la concepción y a los siete meses de gestación, también se evaluó la ganancia diaria promedio (GDP, Kg) del destete a la concepción. El comportamiento reproductivo de las vaquillas se evaluó a través de las siguientes variables de respuesta: Número de servicios/concepción general, Tasa de gestación general, %,

Número de servicios/concepción y tasa de gestación cuando se utilizó semen convencional y sexado, respectivamente. Para el análisis estadístico de utilizó el programa MINITAB en su rutina ANOVA.

## Resultados

En los cuadros 1 y 2 se muestran las variables estudiadas para el comportamiento productivo y reproductivo respectivamente. A la concepción se observaron los siguientes valores: PC 326.81Kg, Talla 121.66 cm, Edad 13.891 meses. La GDP del destete a la concepción fue de 0.720 Kg. Cuando las vaquillas tuvieron siete meses de gestación se observaron las siguientes variables: PC 500.88 Kg, Talla 136.01 cm, y una edad de 21.91 meses. En relación al comportamiento reproductivo expresado en tasa de gestación y número de servicios por concepción se observaron los siguientes valores: Considerando los datos cuando se utilizaron ambos semen convencional y semen sexado la tasa de gestación fue de 59.24%, mientras que el número de servicios por concepción también en este criterio fue de 1.59 dosis. Cuando se evaluó la tasa de concepción y el número de servicios por concepción para animales servidos con semen convencional se observaron valores de 64.5% y 1.66 dosis respectivamente. Por otro lado los valores que mostraron las vaquillas cuando se inseminaron con semen sexado fueron 1.50 dosis de semen y 66.7% para número de servicios por concepción y tasa de concepción respectivamente.

## Discusión

Está ampliamente demostrado la correlación positiva que existe entre a tasa de crecimiento durante la etapa de crianza y

**Cuadro 1.** Comportamiento productivo de vaquillas de reemplazo del centro de recría PROLEA de Acatic, Jalisco

VARIABLE	N	Media X	Error estándar ±
Peso corporal a la concepción, Kg	195	326.81	1.48
Talla a la concepción, cm	195	121.66	0.253
GDP Destete-concepción, Kg	195	0.720	0.006
Edad a la concepción, meses	195	13.891	0.135
Peso corporal a los 7 meses de gestación, Kg	179	500.88	4.26
Talla a los 7 meses de gestación, cm	179	136.01	0.370
Edad a los 7 meses de gestación, meses	195	21.91	0.139

**Cuadro 2.** Características reproductivas de vaquillas de reemplazo del centro de recría PROLEA de Acatic, Jalisco

VARIABLE	n	Media X
Número de servicios/concepción general	256	1.59
Tasa de gestación general, %	256	59.24
Número de servicios/concepción semen no <u>sexado</u>	136	1.66
Tasa de concepción con semen no <u>sexado</u> , %	136	64.5
Número de servicios/concepción semen <u>sexado</u>	120	1.50
Tasa de concepción con semen <u>sexado</u> , %	120	66.7

desarrollo y el comportamiento productivo de la futura vaca Medina, 2006. Se han realizado diferentes estudios desafiando a los animales en relación a sus requerimientos nutricionales en los niveles de 90, 100 y 120% y se ha demostrado que las becerras alimentadas arriba de sus requerimientos son biológicamente y económicamente más productivas que las alimentadas tradicionalmente tratando de cubrir los requerimientos del 100%. En este estudio se observaron valores superiores a los observados en los establos aledaños a la cooperativa PROLEA donde existen muchas fallas en el manejo en todas sus áreas. El esfuerzo del centro en relación a entregar vaquillas a los siete meses de gestación de alguna manera impulsa a los productores socios a despegar desde una plataforma en edad y peso adecuado para su futuro comportamiento. En este estudio se estima que las vaquillas tengan su primer parto a los 24 meses, ya que la edad registrada a los siete meses de gestación es de 21.91 meses. Otro aspecto determinan-

te en el éxito de este centro es el hecho de usar semen sexado y los resultados que se observan que la tasa de gestación y el número de servicios por concepción son similares y algunas veces mejores a los valores que se observan tanto en establos altamente tecnificados en México, Holstein de México, 2013. Menos de dos servicios por concepción y tasas de gestación arriba de 65% son ejemplos de este éxito.

### Conclusiones

Con base a los resultados del presente estudio se puede concluir que el comportamiento productivo y reproductivo de las vaquillas criadas en el CENCRIA PROLEA muestran valores aceptables para ser consideradas como excelentes prospectos a ser vientres productivos en los establos cooperantes a este centro.

## Referencias bibliográficas

**Cueva de Anda A. 2003.** Crianza y desarrollo de reemplazos en hatos de lechería familiar. Tesis de licenciatura. Universidad de Guadalajara.

**Medina CM. 2008.** Eficiencia en la producción de becerras y vaquillas lecheras. Memorias del

3er Curso internacional de clínica, cirugía y producción de becerras y vaquillas lecheras; UNAM-FMVZ 26-35.

**Vera A. H. 2012.** Tecnologías de manejo reproductivo para hatos semi-tecnificados/familiar. Informe técnico. INIFAP.

# Identificación y estimación de frecuencias alélicas del síndrome de deficiencia de adhesión leucocitaria bovina (BLAD) y complejo de malformación vertebral (CMV) por PCR-RFLP en dos poblaciones de vacas Holstein Citar

Carolina Martínez Sosa, Miguel Ángel Ayala Valdovinos, Theodor Duifhuis Rivera ✉, Jorge Galindo García, David Román Sánchez Chiprés y Eduardo González Covarrubias

Departamento de Producción Animal, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Camino Ing. Ramón Padilla Sánchez No. 2100, La Venta del Astillero, 45221, Zapopan, Jalisco, México, Universidad de Guadalajara. Instituto de Biotecnología Animal, km 7.5 carretera San Isidro Mazatepec, Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco, México, Tel. 0133-3796-4073.

✉ [drt14478@cucba.udg.mx](mailto:drt14478@cucba.udg.mx)

## Introducción

La selección del ganado lechero se ha basado principalmente en rasgos económicamente deseables, tales como el rendimiento de grasa, proteínas y litros producidos, pero de igual importancia es excluir factores negativos de la producción animal, como genes deletéreos causantes de enfermedades hereditarias (Cervantes *et al.*, 2007; Ghannem y Nishibori, 2008).

El BLAD (abreviado del inglés: bovine leukocyte adhesion deficiency) es una enfermedad hereditaria letal, autosómica recesiva, descrita en la raza Holstein (Schifferli *et al.*, 2000). Esta patología se presenta debido a una mutación en el gen CD18, en el cromosoma 1, región q12-q14. Se han descrito dos mutaciones puntuales, una silenciosa en la base 880 (citosina a timina) correspondiente al aminoácido 259 (leucina) que permanece inalterado. La otra es una sustitución de adenina (A) por guanina (G) en el nucleótido 488 provocando un cambio de ácido aspártico (Asp) por glicina (Gli) en el aminoácido 128 (Zhang, 2012; Schifferli *et al.*, 2000). Como resultado de ello, se daña la expresión de la integrina clase  $\beta 2$  de las moléculas de adhesión leu-

cocitaria (Mac-1, LFA-1, p150 y 95), las integrinas son una familia de células receptoras de superficie que median la matriz celular-extracelular y las interacciones intercelulares. El BLAD se caracteriza por la falta de expresión de las moléculas de adhesión de la familia CD11/CD18 (p150, 95) en la superficie del leucocito. Esta adhesión defectuosa lleva a una deficiente diapédesis, ya que requiere de la habilidad de los leucocitos para unirse a células vasculares endoteliales, atravesar la membrana basal y entrar a los tejidos infectados. Esto provoca una disminución en la respuesta quimiotáctica y una mayor susceptibilidad a padecer infecciones recurrentes (Nagahata, 2004).

El complejo de malformación vertebral o CMV es un desorden hereditario autosómico recesivo que se presenta en el ganado de raza Holstein. Esta patología se debe a una mutación puntual en el gen SLC35A3 (abreviado del inglés: bovine solute carrier family 35 member 3) (Kanae *et al.*, 2005) en la región BTA3 en el cromosoma 3 (Alaie *et al.*, 2012), el cual codifica para una proteína transportadora de azúcar (UDP-N-acetil glucosamina), éste péptido juega un papel esencial en los mecanismos controladores de la formación vertebral del mesodermo,

al presentarse la sustitución del aminoácido 180 del gen se inhibe la función de la proteína transportadora y como consecuencia, la molécula defectuosa lleva a malformaciones vertebrales.

## Materiales y métodos

Los muestreos se realizaron en dos explotaciones lecheras de la región de los altos de Jalisco. El trabajo de laboratorio se efectuó en las instalaciones del Instituto de Biotecnología Animal, del Departamento de Producción Animal, de la División de Ciencias Veterinarias, del CUCBA.

Para el estudio se tomaron alrededor de 100 muestras de bovinos de la raza Holstein de cada una de las explotaciones tecnificadas (202 en total). Se recolectaron 2 ml aproximadamente de sangre periférica de cada animal en tubo vacutainer® con EDTA por medio de punción en vena caudal, previa desinfección del área anatómica respectiva, se rotuló cada tubo con el número de registro del animal y se mantuvieron en refrigeración para su transporte al laboratorio.

La extracción de ADN se realizó de acuerdo al protocolo utilizado por Ayala-Valdovinos *et al.*, (2000). De acuerdo a los datos publicados de la secuencia del gen SLC35A3 de CMV (GenBank número de acceso AY160683) y para el gen CD18 de BLAD (GenBank número de acceso M81233), se seleccionaron un par de oligonucleótidos iniciadores de cada gen para realizar las pruebas de PCR-RFLP (por sus siglas en inglés “Polymerase Chain Reaction - Restriction Fragment Length Polymorphism”). Para BLAD se usaron los cebadores descritos por Schifferli *et al.* (2000) y para CMV se usó la sonda descrita por

Kanae *et al.* (2005). La separación e identificación de los fragmentos digeridos se hizo por medio de electroforesis en gel de agarosa con bromuro de etidio o GelRed™ como sustancias intercalantes del ADN.

La estimación de frecuencias genotípicas y génicas se realizó por medio de la aplicación del método de conteo directo descrito por Nei, (1987). Para determinar si los genes estudiados dentro las poblaciones se encuentran en equilibrio de Hardy-Weinberg se aplicaron las fórmulas empleadas por Oliva *et al.* (2004).

## Resultados

Por medio de la técnica de PCR-RFLP del gen CD18 se obtuvieron únicamente animales homocigotos normales (N/N), libres de la mutación causante del BLAD. Para el gen SLC35A3 se obtuvieron dos de los tres genotipos posibles: N/N y N/CMV. En el presente estudio el homocigoto mutante (CMV/CMV) estuvo ausente por la naturaleza de la patología y el tipo de muestreo (únicamente vacas adultas), ya que por las condiciones del síndrome, un animal homocigoto para la mutación de CMV únicamente sobrevive unas cuantas horas después del nacimiento.

La PCR permitió la amplificación respectiva de fragmentos de ADN genómico de 159pb del gen CD18 y 233pb del gen SLC35A3 del bovino doméstico (figuras 1 y 2), tanto en los animales en estudio, así como de los animales controles. Los polimorfismos de longitud de fragmentos de restricción (RFLP) generaron patrones de bandeo específico para cada gen, en el caso del gen CD18 los animales homocigóticos al alelo N (49 Y 110pb), para el alelo BL (159pb) y heterocigotos (49, 110 y 159pb).

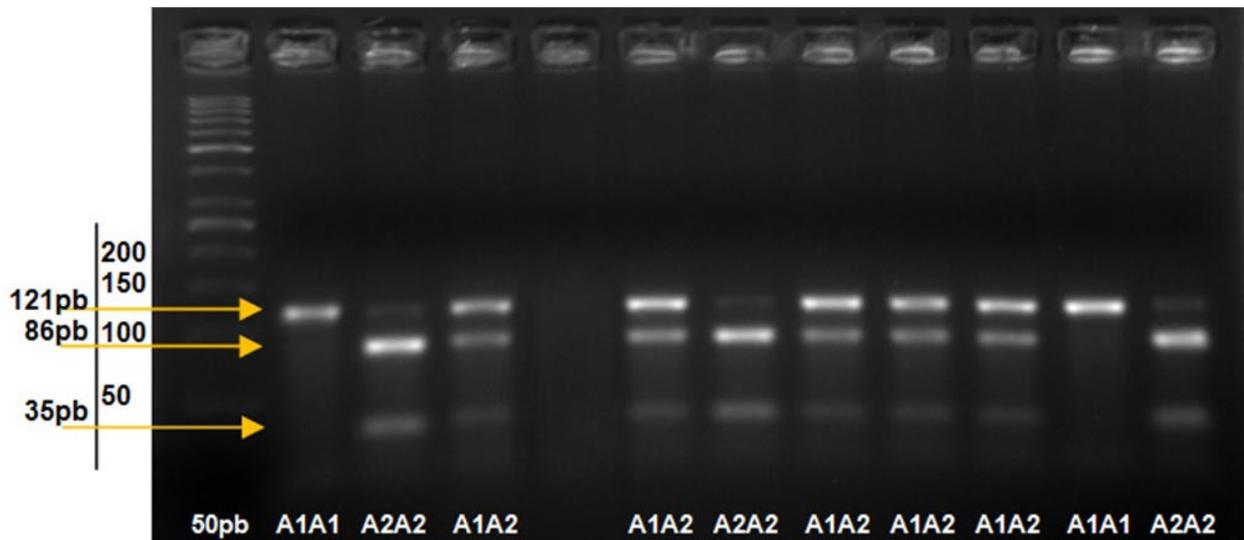


Figura 1. Electroforesis en gel de agarosa al 4% del Gen CSN2 de la beta-caseína, para determinar el genotipo mediante PCR-RFLP en un termociclador Techne 5000. En el carril 1 muestra marcador molecular de 50 pares de bases, carriles 2–12 se exponen muestras de animales con genotipos diversos.

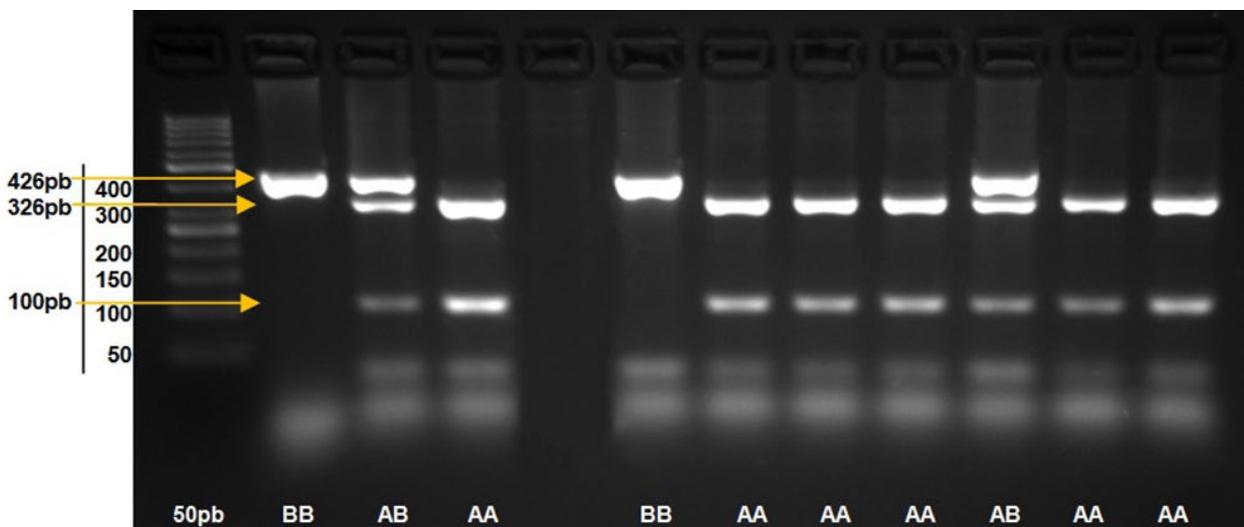


Figura 2. Electroforesis en gel de agarosa al 3% del Gen CSN3 de la kappa-caseína, para determinar el genotipo mediante PCR-RFLP en un termociclador Techne 5000. En el carril 1 muestra marcador molecular de 50 pares de bases, carriles 2–12 se exponen muestras de animales con genotipos diversos.

Para el gen SLC35A3 los homocigotos al alelo A (100 y 326pb), para el alelo B (426pb) y heterocigotos (100, 326 y 426pb).

De las 202 muestras genotipificadas en las dos poblaciones se obtuvo un 100% de animales homocigotos sanos (N/N), encontrándose los dos muestreos libres de la

mutación de BLAD. Además, para el CMV del total de las muestras genotipificadas en las dos poblaciones se obtuvieron 172 animales homocigotos para el alelo silvestre N, 30 animales heterocigotos y ningún animal homocigoto para CMV. Las frecuencias genotípicas para el gen SLC35A3 revelaron que el genotipo homocigoto N/N fue el más

común, seguido del genotipo heterocigoto N/CMV y el de menor frecuencia fue el genotipo CMV/CMV.

Para el gen CD18 no se aplicó el modelo de Hardy Weinberg, debido a que en ambos muestreos únicamente se encontraron animales homocigotos para el alelo silvestre. Para el CMV estimó el grado de equilibrio de gen SLC35A3 dentro de las dos poblaciones y considerando un grado de significancia de 0.05 y dos grados de libertad, se encontró que los valores obtenidos para ambas poblaciones se localizaban por debajo del valor de la tabla de  $X^2$ , por lo tanto, las dos poblaciones se encuentran en equilibrio para el gen.

## Discusión

En el caso del gen CD18 no se encontró ningún animal portador de la mutación causante del BLAD, sólo se encontró el alelo silvestre, dicha situación coincide con los estudios publicados por Citek *et al.* (2006) y Eydivandi *et al.* (2011). También existen publicaciones donde se ha encontrado la presencia de la mutación, pero su frecuencia es muy baja, como la presentada por Meydan *et al.* (2010) BLAD 0.02. Estos resultados corroboran el intenso proceso de selección en contra de la mutación causante del BLAD por parte de los países productores de pie de cría en la raza Holstein como Estados Unidos de América (Shuster *et al.* 1992).

Las frecuencias génicas totales para el gen SLC35A3 donde se encuentra la mutación causante del CMV fueron de 0.926 para el alelo silvestre y 0.074 para el mutante, dichas frecuencias son muy cercanas a las encontradas por Mahdipour *et al.* (2012) CMV 0.115, Meydan *et al.* (2010) CMV

0.017 y Wang *et al.* (2011) N 0.9708 y CMV 0.0292. Lo anterior reitera que el proceso de selección gradual que se ha realizado desde inicios del año 2000 en varios países, para reducir la presencia de animales portadores de CMV ha tenido relevancia dentro de la frecuencia de la mutación (Meydan *et al.* 2010). A principios de este milenio, se reportaron frecuencias mayores de animales portadores de CMV (32.5%) por Nagahata *et al.* (2002) disímiles a las encontradas en el presente estudio (14.85%), actualmente hay publicaciones que muestran incluso la ausencia de dicha mutación, como lo reportado por Eydivandi *et al.* (2011).

## Conclusiones

Por medio de este estudio se genotipificaron mediante la técnica de PCR-RFLP los genes involucrados con la presentación de BLAD y CMV en dos hatos lecheros, ambas poblaciones constituidas por bovinos de la raza Holstein ubicadas en el estado de Jalisco. Se obtuvieron las siguientes frecuencias gen CD18 donde las dos poblaciones en su totalidad fueron homocigotos al alelo silvestre. Para el gen SLC35A3 se encontraron diferentes frecuencias génicas, en la población 1 CMV=0.084 y alelo silvestre=0.917 y población 2 CMV=0.065 y alelo silvestre=0.935. El modelo de Equilibrio de Hardy-Weinberg no mostró alteraciones dentro de las frecuencias génicas de los genes estudiados.

Las frecuencias génicas antes señaladas muestran que aún no se han realizado procesos de selección significativos para eliminar la mutación del CMV de las poblaciones de bovinos Holstein, probablemente en razón de que no existe un interés por parte del medio productivo para implementar mecanismos de selección para eliminar di-

cha mutación, cuyo origen podría deberse a la dificultad para identificar la injerencia del CMV dentro de las pérdidas económicas causadas por múltiples factores como los abortos y las reabsorciones embrionarias, siendo así una influencia silenciosa pero de consideración dentro de estos padecimientos de estar presente la mutación en la población. A diferencia del BLAD, donde la frecuencia de la mutación dentro del muestreo fue nula, como consecuencia clara de un proceso de selección por parte de las casas genéticas para eliminar dicha mutación de sus líneas.

## Referencias bibliográficas

- Ayala-Valdovinos M. A., Villagómez D., Galindo-García J., Sánchez-Chipres D., Ávila-Figueroa D., Taylor-Preciado J. D. J., Merlos-Barajas M. & Guerrero-Quiroz L. Estudio anatomopatológico, citogenético y molecular del síndrome freemartin en el bovino doméstico (*Bos taurus*) Revista electrónica de Veterinaria REDVET Vol VIII, N° 9 (2007) <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n090907.html>.
- Citek, J., V. Rehout, J. Hajkova, & J. Pavkova. (2006). Monitoring of the genetic health of cattle in the Czech Republic. *Veterinarni Medicina*, 51(6): 333-339.
- Cervantes, P., Luna, M., Hernández, A., Pérez-Gil, F., Ponce, P. & Uffo, O. (2007). Polimorfismo genético en el locus de la kappa-caseína, en vacas de diferentes razas y cruces en el trópico mexicano. *Revista de Salud Animal*, 29(2), 78-84.
- Ghanem, M. E. & Nishibori, M. (2008). Autosomal recessive genes in dairy cow's reproduction; incidence, consequences and future perspectives. *動物遺伝育種研究*, 36(1), 53-61.
- Eydivandi, C., Seyedabai, H. R. & Amirinia, C. (2011). Identification of BLAD, DUMPS and CVM deficiency in Khuzestan Holstein cattle population of Iran. *Global Vet*, 6, 519-524.
- Meydan, H., Yildiz, M. A. & Agerholm, J. S. (2010). Screening for bovine leukocyte adhesion deficiency, deficiency of uridine monophosphate synthase, complex vertebral malformation, bovine citrullinaemia, and factor XI deficiency in Holstein cows reared in Turkey. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 52(1), 56-54.
- Nagahata, H., Taniyama, H., Izumisawa, Y., Kotani, T., Noda, H. & Kociba, G. J. (1995). Radiographic and immunohistochemical analysis of leukocyte adhesion deficiency in Holstein heifers. *Canadian Journal of Veterinary Research*, 59(4), 316.
- Nei M. *Molecular Evolutionary Genetics*. Columbia University Press. New York (1987).
- Oliva R., Ballesta F., Oriola J. & Clària J. (2004). Los genes en las poblaciones. En R. Oliva (Ed.), *Genética Médica* (pp. 97-98). Barcelona, España: Editorial de la Universidad de Barcelona.
- Schifferli, C., Laviña, M. V. A. & Villaroel, M. (2000). Obtención de DNA para el estudio de BLAD en toros de Argentina y España. *Archivos de zootecnia*, 49(188), 505-508.
- Shuster, D. E., Kehrl Jr, M. E., Ackermann, M. R. & Gilbert, R. O. (1992). Identification and prevalence of a genetic defect that causes leukocyte adhesion deficiency in Holstein cattle. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 89(19), 9225-9229.
- Wang, C., Tong, Q., Hu, X. Z., Yang, L. G., Zhong, X. Q., Yu, Y. & Zhang, S. J. (2011). Identification of complex vertebral malformation carriers in Holstein cattle in south China. *Genetics and Molecular Research*, 10(4), 2443-2448.
- Zhang, Y., Fan, X., Sun, D., Wang, Y., Yu, Y., Xie, Y. & Zhang, Y. (2012). A novel method for rapid and reliable detection of complex vertebral malformation and bovine leukocyte adhesion deficiency in Holstein cattle. *Journal of animal science and biotechnology*, 3(1), 24.

# Utilización del lactosuero dulce para cerdos al destete Citar

Martha Alicia Castañeda Vazquez<sup>1</sup>✉, José Luis Serratos Arévalo<sup>2</sup>, Hugo Castañeda Vazquez<sup>1</sup>, Juan Carlos Serratos Arévalo<sup>2</sup> y Carlos Bedolla Cedeño<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio de Mastitis y Diagnóstico Molecular, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Camino Ing. Ramón Padilla Sánchez No. 2100, La Venta del Astillero, 45221, Zapopan, Jalisco, México, Universidad de Guadalajara.

<sup>2</sup>Instituto Tecnológico de Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco.

<sup>3</sup>Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia Michoacán.

✉ [cvm15712@cucba.udg.mx](mailto:cvm15712@cucba.udg.mx)

## Introducción

El 60% de la producción mundial de leche fluida de origen bovino se concentra en seis países o divisiones territoriales.

En lo que concierne a las leches en polvo, los principales importadores son México, Brasil, Argelia y Rusia (Alpond. 1979, FAO. 1999).

El suero de leche es un subproducto líquido de la industria láctea, ligeramente ácido y de color verde amarillento, residual de la coagulación de la leche por aplicación de cuajo o al reducir su pH (González 1996, Moor 1993, INL 1986). Se ha logrado precisar que el lactosuero representa aproximadamente el 70 a 80% de cada litro de leche (Flores 1978, Onwulata 2001).

Las características del suero varían según la leche que se emplea y el método de coagulación.

Se distinguen principalmente dos tipos de lactosuero:

- a) Lactosuero dulce.
- b) Lactosuero acidificado.

El lactosuero dulce proviene de la leche coagulada con cuajo (enzima coagulante de origen animal llamada renina).

El lactosuero ácido procede de la fabricación de quesos de pasta blanda, o bien por la adición de ácidos orgánicos e inorgánicos diluidos. Este lactosuero presenta una reducción de lactosa a causa de la fermentación láctica, y por ello se le considera de menor calidad que el lactosuero dulce (Hayes 2000, González 1996).

## Composición del lactosuero

El contenido de materia seca del lactosuero es muy bajo (6 - 7.5%). Está compuesto esencialmente de lactosa (70 - 73%), proteínas (N X 6.25 = 12 -13%) y sales minerales (7 - 11%). También contiene ácido láctico en cantidad variable (0.5 - 10%), ácido cítrico (alrededor de 1%) y cierta cantidad de nitrógeno no proteico (0.5 - 0.8%). Las proteínas del lactosuero (lactoalbúminas y globulinas) son de excelente calidad por sus propiedades funcionales, pues la cantidad de aminoácidos esenciales que las forman es superior a la de las proteínas de los huevos. También contiene proteínas caseínicas, muy ricas en lisina, triptófano y aminoácidos con azufre (metionina y cistina). La química básica y las características estructurales de las principales proteínas del

lactosuero muestran: beta-lactoglobulina, alfa-lactoalbúmina, seroalbúmina bovina e inmunoglobulina G, además de una relativa abundancia de calcio, fósforo, sodio, potasio, zinc, hierro, cobre, manganeso con un valor energético de 26 Kcal/100g (Munia 2005, Monsalve 2005, Morales 1985).

El lactosuero se compone de gran cantidad de agua y azúcares fácilmente fermentables, lo que no permite su conservación a largo plazo.

En lactosuero dulce se encontraron compuestos aromáticos tales como ácidos grasos libres, acético, propanoico, butanoico, hexanoico, heptanoico, octanoico, decanoico, dodecanoico y 9-ácido decenoico. Los aromas más intensos no acídicos detectados son: hexanal, heptanal, nonal, furaneol, lactonas y otros más (Gimarase 1992).

Los productos derivados del lactosuero han llegado a formar un gran número, la mayoría de los cuales ya se están industrializando en México, aunque todavía en pequeña escala, para la alimentación humana, la alimentación animal y para diversas técnicas de las que se obtienen productos químicos, medicamentos y otros (Onwulata CI. 2001).

Actualmente en nuestro país una parte de la producción de lactosuero se desecha, otra parte se utiliza en la alimentación de ganado, especialmente cerdos, así como también en menor porcentaje de rumiantes, terneros, aves y caballos (Monsalve 2005).

Se pueden obtener diversos productos, como quesos tipo *ricotta*; botanas a base de harinas de maíz, arroz o papa; bebidas fermentadas que combinan con té negro, azúcar, té de hongo, ácido acético, bacterias y levaduras (Belloso 2003, Gómez 1999).

Experimentos en roedores indican que las fracciones de proteína del lactosuero tienen una actividad antitumoral al incrementar la GSH (glutathion), que ayuda a regular el sistema inmunitario, protege contra la radiación, es un antioxidante primario y desintoxica las células (Munia 2005).

En el caso de los animales monogástricos que poseen un intestino delgado corto (como los cerdos), hay que buscar alimentos muy digestibles y ricos en elementos nutritivos que contengan un elevado porcentaje de nitrógeno proteico de origen animal -caracterizado por un contenido de ciertos aminoácidos indispensables y provistos a la vez del grupo vitamínico B (Burrington 2001, Bounous 1991, Monsalve 2005).

Asimismo una buena alimentación de estos animales exige que se cubra una serie de factores propios del alimento mismo, entre los que destacan:

- Calidad gastronómica
- Apetencia
- Palatabilidad
- Formas de distribución en el sistema de cría.

Tales exigencias digestivas indudablemente repercuten en el costo de la alimentación de estos animales (Burrington 2001, Monsalve 2005).

En la explotación porcina, la alimentación de los animales representa de 70 a 80% de los costos, por lo que todo ahorro en esta área se reflejará en mejores ganancias. Considerando esto, se han realizado varios estudios con diversos subproductos de origen animal y vegetal (DEAGI 1987).

El lactosuero representa una rica y variada fuente de productos importantes de compuestos esenciales y nutritivos (Gómez 1999). Varios autores (Kim BG. 2011, Modler 2000, DEAGI 1987) opinan que el lactosuero es aprovechado satisfactoriamente por los cerdos al destete, en los cuales se ha observado una mejor conversión alimenticia en contraste con otro tipo de ganado.

El lactosuero dulce es un subproducto con calidad nutritiva que debe ser aprovechado en la alimentación de los cerdos, ya que también su costo es bajo. Además, de esa manera se evita la contaminación de las aguas, pues comúnmente las vías de desecho a donde se vierte el lactosuero son drenajes que desembocan en ríos o lagunas (Morr CV. 1993, Morales 1985).

Los porcicultores recomiendan emplearlo en forma directa en lugares donde se produce, ya que su transportación y almacenamiento son caros y hacen que disminuya su calidad nutritiva (Morr CV. 1993).

## Material y método

El presente trabajo experimental se realizó en tres etapas:

**Análisis bromatológico del alimento balanceado.** Se realizó en el Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de Guadalajara, en base a las técnicas de los Official Methods of Analysis de la Association of Official Analytical Chemists (AOAC).

**Análisis fisicoquímico del lactosuero.** Se efectuó en el Laboratorio de Especialidades Agroquímicas, S.A. de C.V. (Servicios de Asesoría Técnica y Control).

## Pruebas biológicas de cerdos al destete.

Se llevaron a cabo en la granja porcina La Aurora, localizada en el kilómetro 19.5 de la carretera libre a Zapotlanejo, en la población de Puente Grande, Jalisco, México.

Para el estudio se utilizaron 64 lechones, con los cuales se formaron cuatro lotes de 16 animales por corraleta, donde se hicieron dos grupos de 8 en cada una. Los cerdos objeto de estudio fueron destetados a los 21 días, y tenían un peso promedio de 6.105kg. La selección se hizo al azar.

El suministro de alimento se hizo en tolvas con envases de 40kg. Cada día se pesó el sobrante, para calcular el consumo por día.

Durante el desarrollo del experimento se dispuso de 4 comederos tipo tolva; 2 tambos de 200L con salida, utilizados como bebederos de chupón; 6 bebederos portátiles adaptados, abiertos, con capacidad de 19L, y una báscula para 120kg.

Se hicieron tres sesiones de pesado: al inicio de las pruebas, a los 16 días y al final. Las pruebas se hicieron en un lapso de 37 días.

## Descripción de los tratamientos

**Tratamiento 1.** (Testigo) Se proporcionó alimento balanceado elaborado en la granja misma, y libre acceso a agua.

**Tratamiento 2.** (25%) Se administró alimento balanceado elaborado en la granja misma, y 25% de lactosuero dulce, en una proporción de 0.250L por día, por lechón, y libre acceso a agua.

**Tratamiento 3.** (50%) Se suministró alimento balanceado elaborado en la granja misma, y 50% de lactosuero dulce, en una

proporción de 0.500L por día, por lechón, y libre acceso a agua.

**Tratamiento 4.** (100%) Se proporcionó alimento balanceado elaborado en la granja misma, y libre acceso a lactosuero dulce.

Las variables que se midieron fueron:

- Ganancia de peso
- Consumo alimenticio
- Conversión alimenticia
- Consumo de lactosuero dulce.

Los resultados se interpretaron bajo un diseño completamente aleatorio, y en los casos en que existió diferencia entre las medias de los tratamientos se siguió la prueba de Tuckey (Steel y Torrie, 1985).

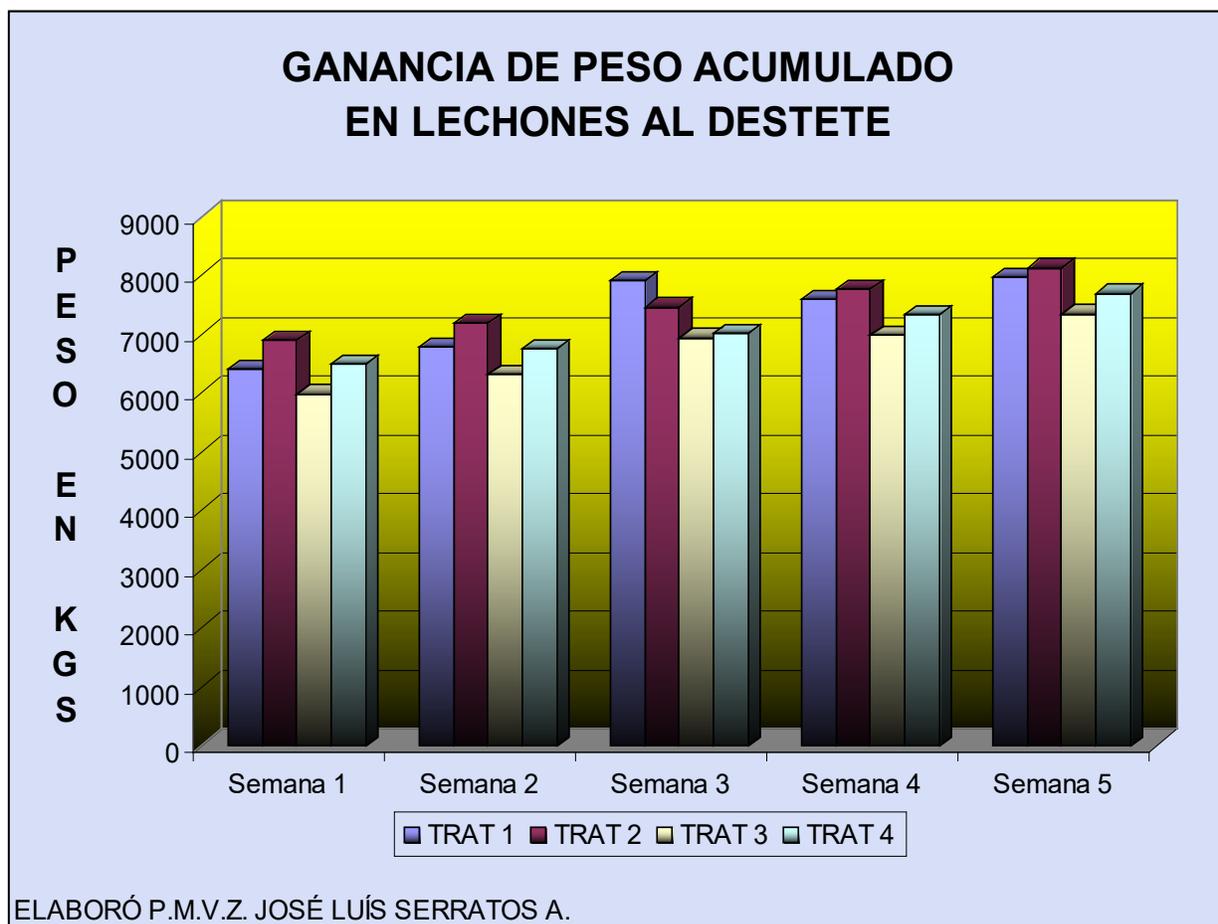
## Resultados

Ganancia de Peso:

En la Gráfica 1, se observa que del tratamiento 2 resulta un mayor incremento de peso en la última semana en relación con los demás tratamientos, ya que en este tratamiento hay una diferencia de 0.431g.

En el Cuadro I se puede observar que el tratamiento 4 resultó con menor consumo de alimento en relación con los demás tratamientos.

La mejor conversión alimenticia se refleja en el tratamiento 2 que tiene una media de 0.302 unidades de conversión.



Gráfica 1. Ganancia de peso acumulado en lechones al destete.

**Cuadro I.** Consumo alimenticio en cerdos destetados.

Tratamientos	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Total	
(T) T1 (a)	34.764	39.604	44.564	45.314	45.664	209.91	41.9%
25% T2 (a)	32.44	31.89	32.39	36.14	41.04	173.9	34.7%
50% T3 (a)	32.3	31.75	32.25	36.45	40.08	172.73	34.5%
100% T4 (b)	31.35	26.65	27.95	35.8	43.3	165.05	33.0%

**Cuadro II.** Consumo de lactosuero dulce por lechones al destete (ml).

Tratamientos	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Total	
(T) T1 (a)	0	0	0	0	0	0	
25% T2 (a)	23	20	20	26	31	120	24%
50% T2 (b)	48	41	41	52	62	244	48.8%
100% T3 (b)	103	102	106	108	125	544	108.8%

En el Cuadro II, se señala que el tratamiento 4 tiene el consumo de lactosuero más alto, ya que representa al consumo de 100% de lactosuero.

## Discusión

Se demostró que la utilización del lactosuero dulce en presentación líquida al 25% presentó mejor comportamiento en los parámetros evaluados.

La utilización del lactosuero dulce en forma líquida al 25% y 50% no provocó rechazo ni problemas metabólicos en los lechones. Los lechones que recibieron el lactosuero dulce al 100% presentaron diarreas persistentes, por consiguiente no deberá darse a los cerdos esta concentración del lactosuero.

## Conclusión

El lactosuero dulce puede ser aprovechado para la alimentación de cerdos, por su digestibilidad y alto valor nutritivo, así como

por los bajos costos de producción alimenticia.

## Referencias bibliográficas

- Belloso Morales G., Hernandez Sanchez H. 2003. Manufacture of beverage from cheese whey using "tea fungus" fermentation. *Rev. Latin. Microbiol.* 45: 10 - 20.
- DEAGI 1987. Departamento de Agricultura, Ganadería e Irrigación. Productos y subproductos pecuarios por municipio: Guadalajara, Jalisco.
- Food and Agriculture Organization. 1999. FAO and Foreign Agricultural Service United States, Department of Agriculture. Dairy: World Markets and Trade. Washington DC.
- Gómez C., González V., Mejía G., Ramírez P. 1999. Proceso biotecnológico para la obtención de una bebida refrescante y nutritiva. *Interciencia (Venezuela)*; 24 (2).
- Instituto Nacional de Lactología, INL Apuntes de lactología. México: SARH. 1986.
- INIP. Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias. 1985. Alternativas en la alimentación de cerdos. Experiencias obtenidas en la Posta del Paso del Toro. Veracruz.
- Monsalve J., Gonzalez D. 2005. Elaboración de un queso tipo *ricotta* a partir de suero lácteo y leche fluida. *Revista Científica (Venezuela)*. XV (6): 543-550.
- Morr CV., Eyw HA. 1993. Whey protein concentrates and isolates: processing and functional pro-

- perties. *Crit Rev Food Sci Nutr (USA)*. 33(6): 431-476.
- Munia, Páez G., Faría J. 2005. Eficiencia de un sistema de ultrafiltración tangencial en serie para el fraccionamiento y concentración del lactosuero. *RC Ago (Venezuela)*. 15(4): 361-367.
- Onwulata CI., Smith PW., Konstance PP., Holsinger VH. 2011. Incorporation of whey products in extruded corn, potato or rice snacks. *Food Res Inter (USA)*. 34(8): 679-687.

# Recuento de células somáticas en vacas lecheras criollas Holstein en los tanques y su relación con mastitis subclínica

Arturo Aguilar Aldrete<sup>1</sup>, Jacinto Bañuelos Pineda<sup>1</sup>, Raúl Leonel de Cervantes Mireles<sup>1</sup> y Gustavo Arturo Aguilar Flores

<sup>1</sup>Laboratorio de Morfofisiología. Departamento de Medicina Veterinaria.

<sup>2</sup>Departamento de Ecología, Centro Universitario de Ciencias Biológicas Universidad de Guadalajara, México.

## Introducción

En La Ciénega de Chapala existen tres sistemas de producción bovina, el familiar que ocupa alrededor del 30% de los hatos; el doble propósito, que ocupa alrededor del 47% y el sistema especializado que ocupa solamente un 23% del hato. Dada la importancia que la leche tiene en la alimentación humana, se exige que la calidad de esta se inicie desde su producción, cuyo objetivo se ve limitado en gran medida, por la presencia de mastitis en la explotaciones lecheras. La mastitis es la enfermedad que mayores pérdidas económicas causa a la ganadería lechera en El Estado de Jalisco; este es un problema de gran importancia en las explotaciones, tanto por el aspecto económico como por las pérdidas de calidad y cantidad de leche producida, así como en el aspecto sanitario referido a su calidad, lo que implica pérdidas derivadas a la industria, que inhiben el valor agregado al producto y las pérdidas de mercados. (URGJ, 1992).

El sistema especializado en su mayoría está conformado por razas Criollas Holstein orientadas a la producción de leche, volviéndose por naturaleza un factor predisponente a la mastitis subclínica, situación que en gran medida puede ser prevenida mediante un diagnóstico oportuno, eficiente, de bajo costo y que a partir de un monitoreo general se puedan estimar los niveles de cuartos afectados y las pérdidas directas de

leche en el hato, así como el deterioro de su calidad (Philpot, 1984). El objetivo consistió en comprobar que el recuento de células somáticas en el tanque, puede ser utilizado como herramienta diagnóstica para estimar el porcentaje de cuartos afectados por mastitis subclínica en el ganado bovino.

## Material y métodos

El muestreo de leche se realizó en las siguientes municipios, en época lluviosa del 05 al 15 de Junio del 2012: Municipio de La Barca (San José Casas Caídas) localizado en latitud 20° 19' 44" N, longitud 102° 32' 33" W; altitud 1530 m; Oeste. Esta cuenta con una explotación de tipo semiintensivo, con 70 animales en ordeño, parcialmente estabulados, poseen corrales con sombras y sala de ordeño manual, en la que se suplementa a los animales con concentrados, la leche es recolectada en recipientes sin refrigeración.

Municipio de Zapotlán del Rey (Oatlán) localizado en latitud 20° 24', longitud 102° 45', altitud 1550 m. La finca cuenta con una explotación de tipo semi-intensivo, con 80 animales en ordeño parcialmente estabulados donde reciben suplemento alimenticio, cuentan con sala de ordeño mecánica y tanques de enfriamiento.

El muestreo se realizó cada 24 horas por tres días consecutivos en ambas fincas. Posterior a ser homogeneizada durante 10 minutos, las muestras fueron recolectadas de la parte superior del tanque de leche, tomando un volumen de 30 ml y luego se depositaron en frascos estériles de vidrio. Estas muestras fueron identificadas con el nombre de la finca, número de animales de donde proviene, hora y fecha, luego fueron transportadas en hieleras a temperaturas de refrigeración (5 -7 °C) y llevadas al laboratorio

En la presente investigación se realizó la estadística descriptiva, ya que se analizó el 100% de la población de vacas en producción y un 11% para realizar el RCS-I ya que según prevalencia del 19 25% de mastitis subclínica, con un 95% de confianza la muestra no debe ser menor al 7.33% equivalente a 11 animales).

Para poder establecer la concordancia entre CMT y RCS-I se calculó la frecuencia acumulada para ambas pruebas (11%).

Los parámetros evaluados fueron para el Recuento de Células Somática (individual y del tanque) la cantidad de células por mililitro de leche (cel/ml). En la prueba de California para mastitis (CMT), se evaluó la viscosidad que presenta la leche frente al reactivo, tanto una interpretación cualitativa y semi cuantitativa. A la vez también se comparó económicamente entre ambas pruebas, para lo cual se consideró únicamente el costo del reactivo (no se tomó en cuenta la mano de obra).

## Resultados y discusión

Porcentaje de cuartos infectados con mastitis subclínica mediante la prueba de Califor-

nia para mastitis (CMT). La Barca (San José Casas Caídas): de un total de 70 animales muestreados, equivalente a 280 cuartos, se realizó el CMT a 273 cuartos, de los cuales 119 cuartos resultaron negativos a mastitis subclínica; categoría que va de 0 a 200,000 células por ml. 63 cuartos dieron como resultado “trazas” que va de 150,000 a 500,000 células por ml. 66 cuartos resultaron ser “levemente positivo” que va de 400,000 - 1,500,000 células por ml., 23 cuartos caen dentro del rango “positivo” equivalente a 800,000 - 5,000,000 células por ml. 2 cuartos “altamente positivos”, rango que va de 5, 000,000 células por ml en adelante. En los 7 cuartos restantes no se realizó el CMT ya que de ellos 6 eran cuartos perdidos y 1 presentaba mastitis clínica. (Figura 1)

Estos valores equivalen al 43.59% negativos, 23.08% trazas, 24.18 % débilmente positivos, 8.42% positivos, 0.73 % altamente positivos (Figura 2); lo que da un total de 33.33 % de animales con mastitis subclínica en sus diferentes niveles de afección, (Figura 3).

**Otatlan** de un total de 80 animales muestreados, equivalente a 320 cuartos, 311 fueron analizados a través del CMT, de los cuales 164 cuartos resultaron estar “Negativos” a mastitis subclínica; categoría que va de 0 a 200,000 células por ml. 54 cuartos dieron como resultado “trazas” que va de 150,000 a 500,000 células por ml. 54 cuartos resultaron ser “levemente positivo” que va de 400,000 - 1, 500,000 células por ml. 35 cuartos caen dentro del rango “positivo” equivalente a 800,000-5,000,000 células por ml. 4 cuartos “altamente positivos”, rango que va de 5, 000,000 células por ml en adelante. Los 9 cuartos restantes se habían perdidos por historial de mastitis severa (Figuras 4 y 5).

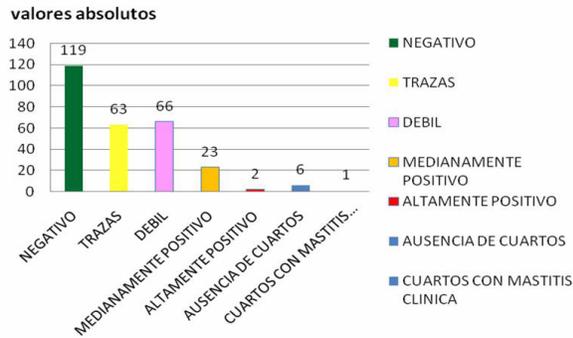


Figura 1. Total de cuartos afectados con mastitis subclínica (Valores Absolutos) en la prueba de CMT San José Casas Caídas.

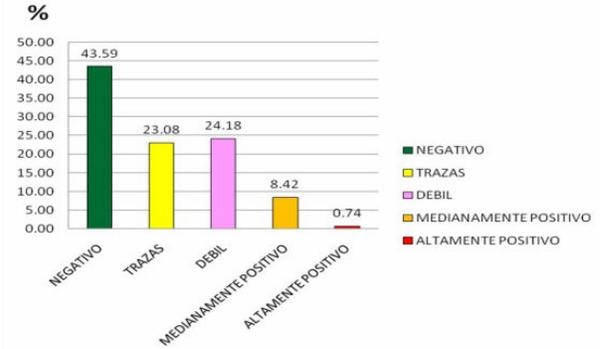


Figura 2. Total de cuartos afectados con mastitis subclínica en la prueba de CMT. Porcentaje en San José C.C.

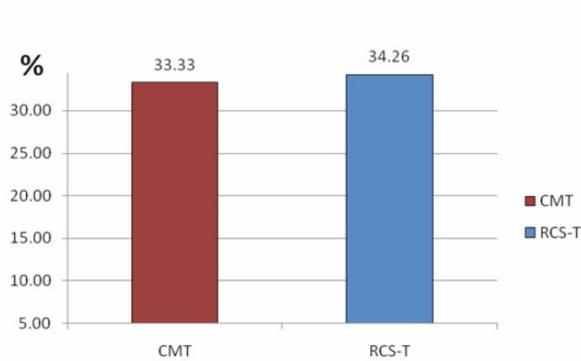


Figura 3. Porcentaje de cuartos afectados con mastitis subclínica en el CMT y RCS-T. San José Casas Caídas.

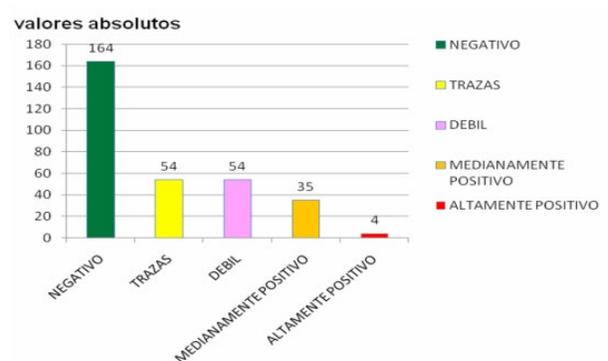


Figura 4. total de cuartos afectados con mastitis subclínica en la prueba de CMT.(Valores absolutos). Oatlan.

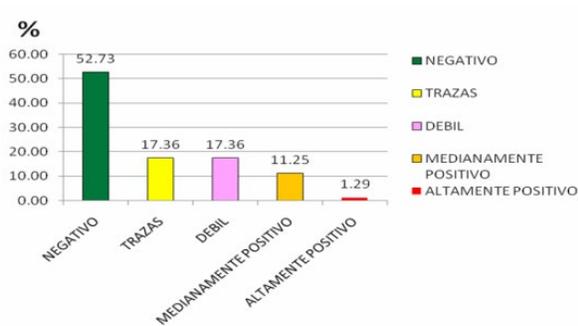


Figura 5. Total de Cuartos afectados con mastitis subclínica en la prueba de CMT. (Porcentajes). Oatlan.

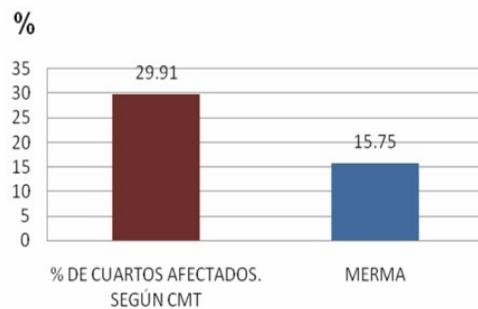
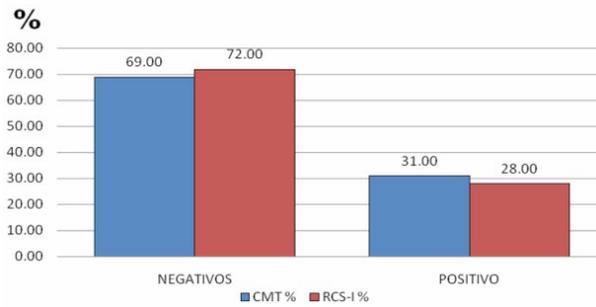


Figura 6. Porcentaje de Cuartos Afectados y su merma según el CMT. Oatlan.



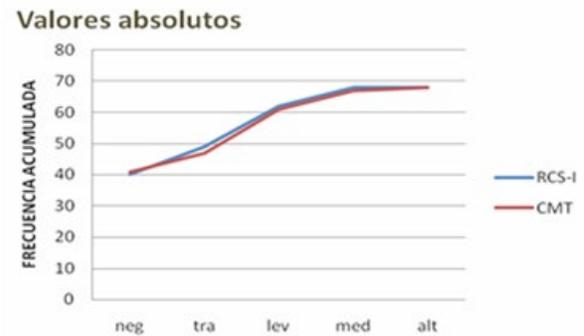
**Figura 7.** Cuadro Comparativo entre CMT y RCS-I. (Porcentajes). San José Casas Caídas y Otatlan.



**Figura 8.** Frecuencia acumulada para la prueba del Recuento de Células Somáticas Individual (valores absolutos).



**Figura 9.** Frecuencia acumulada para la prueba del CTM. San José Casas Caídas y Otatlan (Valores absolutos).



**Figura 10.** Comparación entre la frecuencia acumulada del CMT y RCS-I. San José Casas Caídas y Otatlan. (Valores absolutos).

Porcentaje de cuartos afectados con mastitis subclínica mediante el Recuento de Células Somáticas Individual (RCS-I). La Barca (San José Caídas), Zapotlán del Rey (Otatlan).

Con el objeto de respaldar la técnica del Recuento de Células Somáticas en el Tanque (RCS-T) se llevó a cabo el RCS-I, por cuarto, el cual fue correlacionado con los resultados de las pruebas realizadas de CMT. (Figura 7). De un total de total de 17 vacas correlacionados equivalente a 68 cuartos. El 69% dieron resultados negativos según el CMT y 72% según RCS-I y un 31% dieron positivo a Mastitis Subclínica en el CMT y un 28% dieron positivos en el RCS-I (Figura 7); esto significa que ha habido una varia-

ción del 3% entre ambas pruebas; tal variación se podría adjudicada a que el CMT es una prueba cualitativa y semicuantitativa y el RCS-I es una prueba cuantitativa y cualitativa, lo que podría traer aparejado una desventaja en el CMT ya que las fronteras entre una categoría y otra pueden ser imprecisas pues dependen de la apreciación subjetiva del operador que la realiza.

Se pudo observar que el resultado del RCS- I (por cuarto) coincide con los resultados del CMT en un 97%, este dato se basa en que solamente dos pruebas equivalentes al 3% dieron resultados distintos entre sí. Este resultado asegura la confiabilidad de la técnica del recuento de Células Somáticas en el Tanque como señala (Cotrino 2006),

el cual obtuvo un 98% basado sobre todo en la repetitividad de la misma.

El resultado del recuento de células somáticas individual, garantiza, por un lado, que la prueba de California para Mastitis (CMT), es un reflejo fiel del estado sanitario de los cuartos y que los resultados obtenidos en el Recuento de Células Somáticas en el Tanque (RCS-T) tiene un buen nivel de confiabilidad para tales fines (Cottrino 2006).

Esta información fue utilizada para compararla con las tablas que aplican otros países como EE.UU, Argentina y Colombia, en los que el Recuento de Células Somáticas en el Tanque (RCST) es de uso rutinario y se pudo comprobar que las mismas pueden ser usadas en el país para determinar el porcentaje de cuartos afectados con mastitis subclínica.

#### Comparación objetiva de resultados del RCS-I y el CMT

Con el objeto de comparar los resultados de RCS-I y CMT y de determinar la concordancia de ambos, a las series de frecuencias se les calculó la frecuencia acumulada para luego realizar sus respectivas figuras de líneas (figura 8 y 9).

Al comparar ambas gráficas de líneas se puede observar que las pruebas en estudio presentan resultados similares lo que sugiere que el uso de cualquiera de ellas resultaría indistinto para la detección de los diferentes niveles de positividad (Figura 10).

#### Conclusiones

Luego de comparar los resultados finales del CMT y RCS-T se pudo determinar que existe total similitud entre ambas técnicas y

que por fines prácticos y económicos es el RCS-T la técnica idónea para determinar el porcentaje de cuartos con mastitis subclínica en los hatos ganaderos.

A pesar de la practicidad y gran utilidad del CMT, la efectividad para la interpretación cuantitativa es un poco ambigua ya que los rangos entre los distintos grupos se entrecruzan, y solo pueden ser definidos exactamente mediante el RCS, tanto individuales como en el tanque.

El manejo de las rutinas de ordeño en ambos establecimientos (La Barca y Zapotlán del Rey) es inapropiado. Se ha comprobado que dichas prácticas predisponen a una mayor incidencia de mastitis clínica y subclínica. Es importante aclarar que en el La Barca, las rutinas de ordeño son más deficientes que las de la de Zapotlán del Rey y esto se ve reflejado en los porcentajes de mastitis subclínica que afectan a cada uno de los hatos ganaderos.

El uso de prácticas zootécnicas inapropiadas tales como rutina de ordeño inadecuado, la falta de secados terapéuticos al final de periodo de lactancia, y mal manejo del medio ambiente en que los animales se desarrollaron predisponen y despliegan incidencia y prevalecía de mastitis clínica y subclínica en los hatos lecheros.

#### Referencias bibliográficas

- Avila, Blanco. 1991. Mastitis y producción de leche en el trópico húmedo. México. SUA-FMVZ. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM. 218- 221 pp.
- Báez. 2002. Estudio epidemiológico de mastitis subclínica bovina en el sector II de Tétjaro, Michoacán. México. P. 27-28 pp.
- Bedolla, Carlos. 2004. Mastitis Bovina. Edición No. 41. Editorial Mimeo. México. 20-36 pp.

- Blood and Henderson. 1992. Medicina Veterinaria. Edit. Interamericana McGraw-Hill. México. 21-54 pp.
- Blowey; Edmonson. 1995. Control de la mastitis en granjas de vacuno de leche. Edit. Acribia. Zaragoza. P. 208-215. Pp.
- Cotrino Víctor MV. 2006. Diagnóstico y Tratamiento de la Mastitis. Bogotá, Colombia. 14-54. pp.
- Medina; Montaldo, VH. 2003. El uso de la prueba de conductividad eléctrica y su relación con la prueba de California para mastitis. CNM. V Congreso Nacional de Control de Mastitis. Aguascalientes, Ags. México. 19-31. pp.
- Pérez; Bedolla ; Castañeda, VH. 2005. Importancia del conteo de células somáticas en la cría sustentable de vacas productoras de leche Sustentabilidad. Vol. II No 1. Universidad de Guadalajara, Jalisco. México. 86-94. pp.
- Perez; Vazquez JR. 1987. Procedimientos para laboratorio para bacteriología y micología veterinarias. México. 78-92. pp.
- Philpot; Nickerson, S.C. 1984. Mastitis: El contra ataque. U.S.A. 31-42. pp. Radostits, Gay, Blood D, Hinchcliff KW. 2002. Medicina Veterinaria. Mastitis Bovina. Edit. Mcgraw-hill. 9º Edición. Vol 1. Madrid, España. 810.
- Union Regional Ganadera de Jalisco (1992). Conteo de células somáticas. 12-16 pp.

# Evaluación de conductas de riesgo de ratas inoculadas con trofozoitos de *Toxoplasma gondii* Citar

Carmen Cecilia Gómez Rodiles, Jacinto Bañuelos Pineda, Paula González Sánchez, Juanita Acero Ortega, Ernesto Díaz Guerrero y María Guadalupe Jorge Espinoza

Departamento de Medicina Veterinaria, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Camino Ing. Ramón Padilla Sánchez No. 2100, La Venta del Astillero, 45221, Zapopan, Jalisco, México, Universidad de Guadalajara.

## Introducción

La toxoplasmosis es una infección que produce un parásito protozooario intracelular obligado denominado *Toxoplasma gondii*, el cual infecta al hombre y a la mayoría de animales homeotermos, tanto domésticos como silvestres (Sullivan & Jeffers 2012). La toxoplasmosis es una enfermedad zoonótica de importancia para el hombre, en la que el gato tiene especial relevancia en la transmisión de ese agente infeccioso (Hutchinson *et al.* 1969; Dubey *et al.* 2009).

La infección persistente es un sello característico de este protozooario para mantener su ciclo de vida. Por ello, el parásito desarrolló la capacidad de infectar a una gran cantidad de vertebrados, entre los que se incluye ser humano. Se calcula que alrededor del 30 % de la población humana puede estar infectada por toxoplasma (Furtado *et al.* 2011). Recientemente, se asoció la toxoplasmosis como un factor de riesgo para el desarrollo de trastornos de humor como esquizofrenia y depresión (Henriquez *et al.* 2009; Zhu 2009). Estos trastornos emocionales, conllevan un coste elevado en términos de productividad, ya que son enfermedades discapacitantes, y el relativo por servicios médicos se calcula en 12 % de la carga mundial de morbilidad (WHO 2001; Khon *et al.* 2004).

Por otra parte, la infección de ratas por el *Toxoplasma* sigue un curso clínico similar al humano, aunque presenta una elevada susceptibilidad a la infección del tejido nervioso (Dubey & Frenkel 1998). Esto permite al parásito manipular conductualmente a su hospedero intermediario, al provocar que pierda o disminuya la aversión a su depredador natural, en este caso al gato (*hipótesis de la manipulación*) (Holliman 1997; González *et al.* 2007). Sin embargo, en trabajos recientes se muestra que la rata albina (*Rattus norvegicus*) presenta resistencia natural a *Toxoplasma gondii*, en contraste con otros mamíferos tales como ratones, cobayas y hámsteres. No obstante, la rata albina puede ser manipulada de manera experimental e infectada con trofozoitos para inducir el desarrollo de toxoplasmosis (De Champs *et al.* 1998; Sergent *et al.* 2005).

Existe una diferencia clara entre roedores y humanos como hospederos del *Toxoplasma gondii*; empero, el uso de la rata como modelo de toxoplasmosis puede ayudar a elucidar los mecanismos a través de los cuales el *Toxoplasma* puede inducir cambios conductuales en el hospedero, los cuales pueden ser evidenciados mediante las alteraciones conductuales que involucran estructuras cerebrales tales como la amígdala, el hipocampo y la corteza prefrontal (CPF)

Por ello, el presente trabajo se diseñó para evaluar las alteraciones conductuales de ratas albinas crónicamente infectadas con *Toxoplasma gondii*, mediante pruebas conductuales, que pueden proporcionar información sobre las áreas cerebrales implicadas en la modificación de la conducta. Las cuales pueden estar asociadas con trastornos como depresión o esquizofrenia en seres humanos.

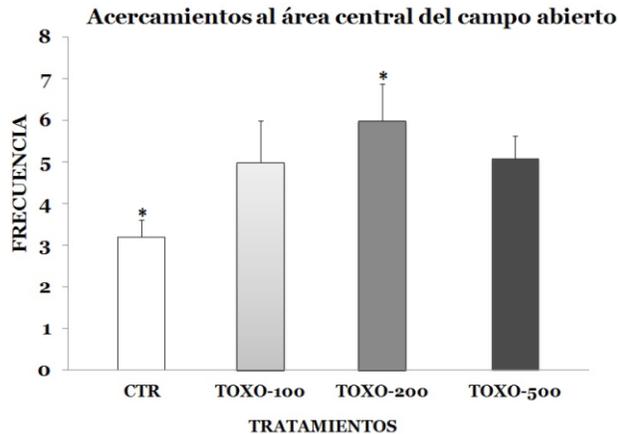
## Material y métodos

Se utilizaron 40 ratas de cepa Wistar ( $200 \pm 12$  g/peso) divididas aleatoriamente en 4 grupos ( $n=10$ ): Control (CTR); al que solo se les administro vía intraperitoneal (ip) 1 ml de PBS con pH de 7.2. Grupos TX-100, TX-200 y TX 500; inoculados con una dosis única de 100, 200 y 500 trofozoitos, respectivamente, diluidos en 1 ml de solución de PBS. Los animales se mantuvieron en una habitación con ciclos controlados de luz-obscuridad de 12 x 12 H. alimento a libre acceso y temperatura controlada de  $22 \pm 1$  °C. Se alojaron 4 animales por jaula, cuya medida fue 43 x 33 x 19 cm, con cama de aserrín, que cambió 2 veces por semana, siempre por el mismo personal durante 6 meses. Después de este periodo los animales se sometieron a la prueba de actividad exploratoria en campo abierto (CA), colocando accesorios impregnados con olor a gato en el área central para evaluar conductas defensivas. Las pruebas se llevaron a cabo entre las 13:00 a 16:00 H y los animales fueron manipulados por el mismo personal. Se permitió la exploración de los animales en CA por 5 min; entre cada ensayo la arena se limpio cuidadosamente con una solución de etanol al 70%. Los ensayos fueron grabados en video para su análisis posterior. A partir del material grabado se cuantificó la distancia recorrida,

cruces por área central, número de acercamientos y tiempo de contacto con el material con olor a gato. Cuatro días después se aplicó la prueba de exploración en laberinto elevado en cruz (LEC) para evaluar la conducta defensiva mediante el registro del número de visitas y tiempo de permanencia en los brazos abiertos (BA) o cerrados (BC) del laberinto, así como el número de cruces por el área central (AC) y tiempo de permanencia. Los resultados se analizaron con la prueba ANOVA y prueba post hoc de Tukey.

## Resultados

No se apreciaron diferencias ( $p < 0.05$ ) entre en la distancia recorrida en el campo abierto. Aunque sí en el número de acercamientos al objeto con olor a gato (área central). El grupo TX-200 registró el número mayor de acercamientos ( $6.0 \pm 0.89$ ) ( $p = 0.04$ ) (Fig. 1). Por otro lado el grupo TX-500, registró el tiempo más elevado (tiempo de permanencia) en la olfacción del objetos con olor a gato registrando  $37.7 \pm 9.1$  segundos ( $p < 0.05$ ) (Fig. 2). En la prueba LEC, los resultados indicaron diferencia en el tiempo de permanencia en brazos abiertos del grupo TX-500 ( $54.87 \pm 16.6s$ ) ( $p = 0.001$ ) respecto a los grupos restantes. El porcentaje de visitas a los brazos del laberinto y el tiempo empleado en cada área de laberinto se presentan en el Cuadro 1. Por otra parte, el índice de evitación de riesgo fue mayor para el grupo CTR (94.89) y seguido de TX-100 (85.39); TX-200 (90.59) y Tx-500 (82.67). Éste índice se calculo aplicando la siguiente ecuación:  $100 - (\% \text{ tiempo en BA} + \% \text{ entrada BA})$ . Los resultados mostraron un índice de evitación de brazos abierto mayor para el grupo CTR en comparación con los grupos restantes (Cuadro 2).

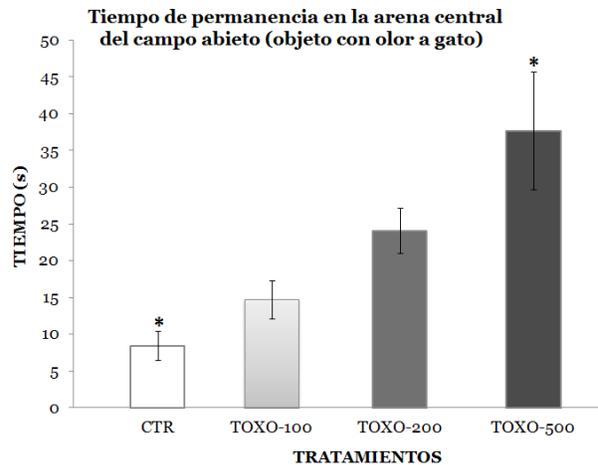


**Figura 1.** Exploración en la arena central del campo abierto. Las barras representan el número de acercamientos  $\pm$  ES representado por las líneas sobre las barras. Los astéricos sobre las barras indican diferencias a una  $p < 0.05$ ; para una  $n = 7$  animales del grupo CTR, y una  $n = 10$  para cada uno de los grupos restantes.

## Discusión

### *Prueba de campo abierto*

La prueba de actividad exploratoria en el CA no mostro el desarrollo de hiperactividad en los animales infectados con toxoplasma, ya que su actividad fue similar al control. Esto concuerda con lo que reportaron Webster *et al.* (1994, 2001), en donde señalaron que el desarrollo de hiperactividad en ratones en comparación con la rata, lo cual puede explicarse con la aversión natural de éstas a explorar espacios abiertos. Aunque el número de acercamiento al área central, la cual contenía los objetos con olor a gato fue significativamente diferente en el grupo TX-200 en contraste con el control. Cabe señalar que los grupos TX-100 y TX-500, que no mostraron diferencias significativas contra el control, sí mostraron conductas de exploración horizontal y vertical en el área cercana al olor a gato. Por otro lado, al evaluar el tiempo de permanencia utilizado en la olfacción de objetos con olor a gato el grupo TX-500, presentó los tiempos más altos en comparación con los grupos



**Figura 2.** Tiempo empleado en la exploración de la arena central (objeto con olor a gato). Las barras muestran el tiempo (s)  $\pm$  ES representado por las líneas sobre las barras. Los astéricos muestran diferencias a una  $p < 0.05$ ; para una  $n = 7$  animales del grupo CTR, y una  $n = 10$  para cada uno de los grupos restantes.

restantes. En conjunto, los datos sugieren alteraciones en la conducta natural de la rata, ya que los reportes indican que el olor a gato es capaz de provocar conductas ansiosas y de escape en las ratas, aún más que la exposición a 2,3,5-Trimetil-3-3-tiazolina de las heces de zorro (Staples *et al.* 2007).

### *Prueba de laberinto elevado en cruz (LEC)*

La prueba LEC, aunque no mostro diferencias en el número de ingresos en brazos abierto y en actividad exploratorio (evidenciada por el número de cruces por el área central), sí mostró diferencias en el tiempo de permanencia en los brazos abiertos, siendo significativo para el grupo TX-500. En cuanto al índice de evitación, los grupos inoculados con *Toxoplasma* presentaron los valores más bajos en contraste con el grupo CTR. Los resultados muestran que las ratas infectadas se aventuran más a explorar en ambientes expuestos. Aunado a esto, el tiempo de permanencia en brazos abiertos del grupo TX-500 concuerdan con los que reporta González *et al.* (2007), aunque discrepan en el número de ingresos a BA. Se

debe hacer notar que estos autores obtuvieron resultados más claros en animales inoculados con 1000 taquizoitos. Esto sugiere que el *Toxoplasma* provocó disminución de la aversión natural a explorar espacios abiertos y al olor al depredador (Webster 2001, 2013).

En conjunto, nuestros resultados sugieren la disminución de conductas semejante a ansiedad, promovidas por el parásito. Esto a pesar de que en el presente trabajo no mostramos los hallazgos histológicos, sí nos cercioramos de la presencia de bradizoitos en los cerebros de los animales infectados. Los datos soportan la hipótesis de “la manipulación” conductual del hospedador, y muestran la alteración de regiones límbicas, corteza piriforme, corteza orbital y amígdala, áreas que también están implicadas en el desarrollo de ansiedad. Los resultados sugieren alteración también en la corteza prefrontal asociada a la toma de decisiones, áreas que podrían estar asociadas a trastornos del humor en humanos con toxoplasmosis (Webster *et al.* 2013).

## Conclusiones

Los resultados muestran que a pesar de la resistencia de la rata al *Toxoplasma gondii*, la inoculación de 200 y 500 trofozoitos fue capaz de modificar las conductas aversivas y el medio natural de los animales a explorar en lugares abierto. Además, abre la posibilidad de explorar otras alternativas que ayuden a explicar y/o prevenir el desarrollo de trastornos de humor asociados a la toxoplasmosis.

## Bibliografía

- De Champs, C. Pelloux, H., Dechelotte, P., Giraud, J.C., Bally, N. y Ambroise-Thomas, P. 1998. *Toxoplasma gondii* infection in rats by the RH strain: inoculum and age effects. *Parasite* **5**(3): 215–218.
- Dubey, J.P. & J.K. Frenkel. 1998. Toxoplasmosis of rats: a review, with considerations of their value as an animal model and their possible role in epidemiology. *Veterinary Parasitology* **77**(1): 1–32.
- Dubey, J.P., D.S. Lindsay & M.R. Lappin. 2009 Toxoplasmosis and other intestinal coccidial infections in cats and dogs. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice* **39**(6): 1009–1034.
- Furtado, J.M., J.R. Smith, R. Belfort Jr., D. Gattey & K.L. Winthrop. 2011. Toxoplasmosis: a global threat. *Journal Global Infectious Diseases* **3**(3): 281–284.
- González, L.E., B. Rojnik, F. Urrea, H. Urdaneta, P. Petrosino, C. Colasante, S. Pino & L. Hernández. 2007. *Toxoplasma gondii* infection lower anxiety as measured in the plus-maze and social interaction tests in rats. A behavioral analysis. *Behavioural Brain Research* **177**(1): 70–79.
- Henriquez, S.A., R. Brett, J. Alexander, J. Pratt & C.W. Roberts. 2009. Neuropsychiatric disease and *Toxoplasma gondii* infection. *Neuroimmunomodulation* **16**(2): 122–133.
- Holliman, R.E. 1997. Toxoplasmosis, behaviour and personality. *Journal Infection* **35**(2): 105–110.
- Sergent, V., B. Cautain, J. Khalife, D. Deslée, P. Bastien, A. Dao, J.F. Dubremetz, G.J. Fournié, A. Saoudi & M.F. Cesbron-Delauw. 2005. Innate refractoriness of the Lewis rat to toxoplasmosis is a dominant trait that is intrinsic to bone marrow-derived cells. *Infection and Immunity* **73**(10): 6990–6997.
- Staples, L.G., I.S. McGregor, R. Apfelbach & G.E. Hunt. 2008. Cat odor, but not trimethylthiazoline (fox odor), activates accessory olfactory and defense-related brain regions in rats. *Neuroscience* **151**(4): 937–947.
- Sullivan, W.J. Jr. & V. Jeffers. 2012. Mechanisms of *Toxoplasma gondii* persistence and latency. *FEMS Microbiology Reviews* **36**(3): 717–733.
- Webster, J.P., Kaushik, M., Bristow, G.C. y McConkey, G.A. 2013. *Toxoplasma gondii* infection, from predation to schizophrenia: can animal behaviour help us understand human behaviour? *Journal Experimental Biological* **216**: 99–112.

- Webster, J.P. 2001. Rats, cats, people and parasites: the impact of latent toxoplasmosis on behaviour. *Microbes and Infection* **3**(12): 1037–45.
- Webster J.P, C.F. Brunton & D.W. MacDonald. 1994. Effect of *Toxoplasma gondii* upon neophobic behaviour in wild brown rats, *Rattus norvegicus*. *Parasitology* **109**: 37–43.
- WHO (World Health Organization). 2001: World Health Report. 2001: *Mental Health: New Hope*. World Health Organization. Genova, 178 pp.
- Zhu, S. 2009. Psychosis may be associated with toxoplasmosis. *Medical Hypotheses* **73**(5): 799–801.

# Determinar la presencia del parásito *Trichinella spiralis* en caballos procedentes de un rastro del estado de Zacatecas y de dos rastros del estado de Jalisco con muestras de cerdos Citar

Miriam Susana Medina Lerena , Carlos Pacheco Gallardo, Delia Guillermina González Aguilar y María del Carmen Rodríguez González

Universidad de Guadalajara, Departamento de Salud Pública, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Camino Ing. Ramón Padilla Sánchez No. 2100, La Venta del Astillero, 45221, Zapopan, Jalisco, México. Tel. 37771150 ext. 33194.

✉ [mlm64473@cucba.udg.mx](mailto:mlm64473@cucba.udg.mx)

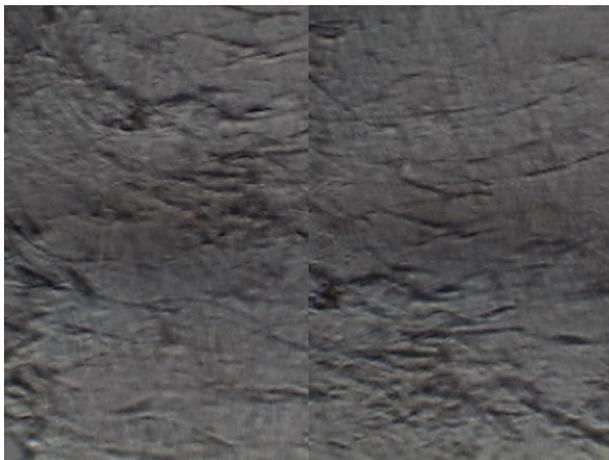
## Introducción

La triquinosis es una enfermedad zoonótica parasitaria cosmopolita; causada por el nemátodo del género *Trichinella*, principalmente por la especie *Trichinella spiralis* que afecta a mamíferos silvestres y domésticos. Se transmite al hombre de forma accidental por ingestión de carne o productos crudos o insuficientemente cocidos de animales infectados. En animales, ocasionalmente se llega a adquirir la infección por medio del consumo de carnes de otros animales infectados con larvas de *T. spiralis*, entre los que se encuentran el caballo, el jabalí, el armadillo, el oso, la foca y la morsa (Pozio *et al.* 1992). La exposición de los cerdos domésticos a *T. spiralis* está limitada a pocos factores de riesgo, los cuales incluyen: la alimentación con desperdicios contaminados con el parásito, exposición y consumo de tejido muscular de roedores vivos o muertos o de algún animal de vida silvestre infectado; o por canibalismo entre cerdos (Chávez *et al.* 2006). Para detectar larvas infectivas en el tejido muscular se han empleado diferentes técnicas directas como son la triquinoscopía y la digestión artificial; ambos métodos permiten la observación directa de las larvas en músculos. La triquinoscopía es el método más utilizado, a pesar de que se considera menos sensible que la di-

gestión artificial. Se considera necesaria la presencia de quince o más larvas por gramo de músculo para la detección de *T. spiralis* usando triquinoscopía, mientras que, la digestión artificial sólo requiere cuatro larvas por gramo (Vignau *et al.* 2003). Actualmente, en México no existe un programa de vigilancia para la presencia de triquinosis en humanos, por lo tanto no se refleja la verdadera prevalencia en este tipo de padecimientos, y el último dato registrado por parte del Sistema Único de información para la vigilancia Epidemiológica de la Dirección General de Epidemiología de la Secretaría de Salud, en el año 2002 fueron tres casos en el Estado de Jalisco, en relación a 30 casos a nivel nacional (SIVE, 2002). La Norma Oficial Mexicana para la inspección de animales (NOM-194-SSA1-2004) establece que la carne de cerdos y equinos deben de estar libres de *T. spiralis*. Mientras que en la Unión Europea en su Reglamento (CE) N° 2075/2005 establece las Normas específicas para los controles oficiales de la presencia de Triquina en carne. Por lo tanto el objetivo de este trabajo fue determinar la presencia del parásito *Trichinella spiralis* en caballos procedentes de un rastro del Estado de Zacatecas y de 2 rastros del Estado de Jalisco con muestras de cerdos durante los meses de Noviembre de 2012 a Junio de 2013.

## Material y metodología

El presente estudio se realizó en el Laboratorio de Mediación Paraclínica del Departamento de Salud Pública del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad de Guadalajara. Se procesaron 2,122 muestras de animales, de los cuales 715 eran de caballos (Zacatecas) y 1,407 de cerdos (Jalisco). En el último caso 1,306 provenían de la región de los Altos y 101 muestras del municipio de Tonalá, Jalisco. De cada animal se tomaron aproximadamente 10 g de músculo diafragmático para la búsqueda de larvas de *Trichinella spiralis*. El muestreo se llevó a cabo en el periodo de Noviembre de 2012 a Junio de 2013. Las muestras de músculo se colocaron en bolsas de plástico estériles y se trasladaron al laboratorio en refrigeración entre 4-7 °C en no más de 72 horas post-obtención. Posteriormente, las muestras se almacenaron en congelación a -20°C para su posterior análisis de búsqueda de larvas de *T. spiralis*. Las muestras de músculo fueron registrados de acuerdo a su procedencia, para la posible identificación del origen del animal en caso de salir positivo. Las muestras descongeladas, se cortaron y se observaron al microscopio por la técnica de triquinos-



**Figura 1.** Muestras de músculo negativo a *T. spiralis* por triquinoscopia.

copia directa, que consistió en tomar un pequeño trozo de carne (0.3 mm<sup>2</sup>) y comprimirlo con dos placas de vidrio para observar directamente al microscopio (Figura 1). Posteriormente se hicieron grupos de animales de 50 muestras donde se procedió a realizar la digestión artificial (Figura 2) para la liberación e identificación de larvas enquistadas en el tejido de acuerdo a la Normatividad Mexicana NOM-194-SSA1-2004 y el reglamento (CE) N°2075/2005 de la presencia de triquina en carne de la Unión Europea. Siempre comparando el muestreo con un control positivo (Figuras 3 y 4). Los resultados obtenidos fueron registrados por la presencia o ausencia de larvas en cada muestra analizada.

## Resultados

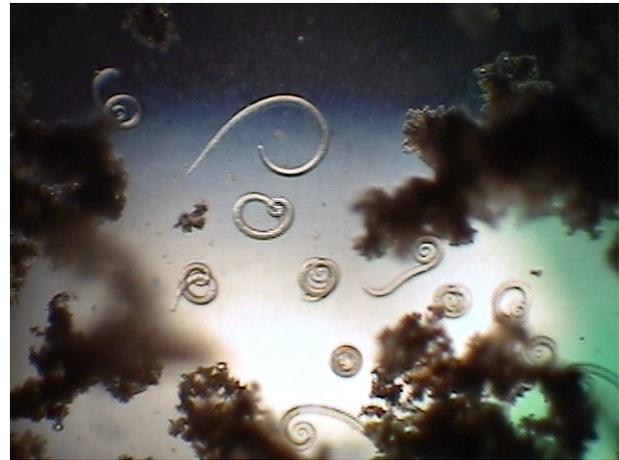
En las muestras procesadas no se observó la presencia de larvas de *T. spiralis* en los 2,122 animales muestreados mediante la técnica de triquinoscopia (715 (34%) fueron de caballo y 1,407 (66%) de cerdo) (Figura 5). De acuerdo el reglamento (CE) N°2075/2005 de Unión Europea se formaron 42 grupos de 50 animales cada uno y se les efectuó la digestión artificial. Mediante



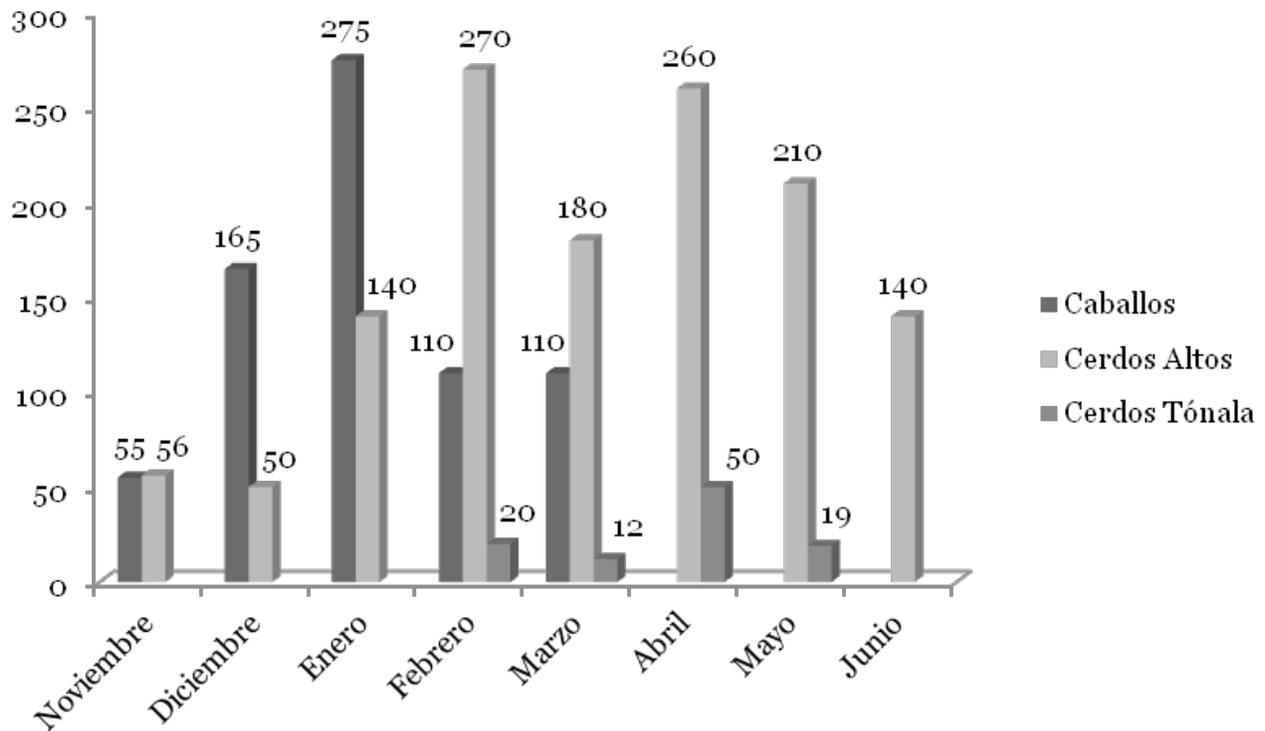
**Figura 2.** Músculo de diafragma con *T. spiralis* de ratón por triquinoscopia.



**Figura 3.** Digestión artificial para búsqueda de larvas de *T. spiralis*.



**Figura 4.** Músculo de ratón digerido con larvas de *T. spiralis*.



**Figura 5.** Muestras de caballo y cerdo procesadas por métodos directos.

esta técnica no se encontró la presencia del parásito *T. spiralis* en alguna de las muestras analizadas.

## Discusión

El uso de los métodos directos para la búsqueda de parásitos de *Trichinella* es usado en salas de sacrificio de países en Europa

donde se han registrado casos de triquinosis en humanos, los métodos son aplicables a muestras de carne fresca que posibilitan visualizar al parásito (Vignau *et al.* 2003). Estos tipos de técnicas tienen la inconveniencia de que se realizan sólo post mortem, dentro de los cuales se encuentran: el método de compresión de tejido (triquinoscopia) y la digestión artificial (músculo digerido). Sólo en cerdos sometidos a infección experimental, es donde se llevan a cabo estudios sobre diagnóstico inmunológico o métodos indirectos inmunoenzimáticos para detectar anticuerpos contra antígenos de la larva muscular de *Trichinella* como el Ensayo por Inmunoabsorción Ligado a Enzimas (ELISA) así como sus variantes. El uso de métodos moleculares como la Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR) y el análisis del ADN amplificado al azar, se han sido utilizados para caracterizar genómicamente al parásito (Chávez *et al.* 2007). En México se sospecha de la enfermedad en animales silvestres pero no ha sido confirmada y es de declaración obligatoria, ya que existe el consumo de animales silvestres. Aunque en rastros donde sacrifican caballos en un estudio registrado en la OIE en el año 2007 y realizado en el Estado de México detectaron la presencia del parásito de *Trichinella*. En comparación de este estudio realizado no se detectó este tipo de parásito en las muestras procesadas tanto en equinos como en cerdos por lo que se puede deducir que en las unidades de producción pecuaria aplican un buen manejo y por lo tanto llevan un buen procedimiento en la sanidad animal (OIE 2007).

## Conclusiones

No se encontraron parásitos de *T. spiralis* en este estudio por medio de Triquinoscopia y digestión artificial utilizados para la bús-

queda de larvas en músculo. Esto es un indicador de que existe control de fauna nociva en los lugares donde se encuentran los animales destinados al sacrificio para consumo humano y que se aplican buenas prácticas pecuarias. Sin embargo es muy importante la inspección las canales de los animales en los lugares de sacrificio para poder prevenir la transmisión a los consumidores en caso de salir positivo. Teniendo la confianza de que los animales sacrificados para consumo nacional y de exportación estén libres del parásito de *T. spiralis*.

## Bibliografía

- Chavéz, G. E. G., Muñoz, E. J. J. Reveles, H. G. Rivas, G. J. Moreno G. M. A. 2007. Efecto de la temperatura en la viabilidad e infectividad de *Trichinella spiralis*. 26(2):105-109. ISSN 0798-0264.
- Chavéz G. E. G. Saldivar, E. S. Muñoz, E. J. J. Moreno G. M. A. 2006. Triquinosis una zoonosis vigente, RED VET, 7(6):1 -19 [Publicación en línea]. Disponible desde Internet en < <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n060606/060601.pdf>>. ISSN 1695-7504. [consultado 9 Septiembre 2012, 12:35].
- Norma Oficial Mexicana (NOM). 2004. NOM-194-SSA1-2004 Productos y servicios. Especificaciones sanitarias en los establecimientos dedicados al sacrificio y faenado de animales para abasto, almacenamiento, transporte y expendio. Especificaciones sanitarias de productos. Publicado en el Diario de la Federación el 18 de Septiembre de 2004. [Publicación en línea]. Disponible desde Internet en <<http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/194ssa104.html>>. [consultado 30 Junio 2013, 9:50].
- Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE), 2007. Taxonomy, Biology and Epidemiology of *Trichinella* Parasites. Chapter 1 in: FAO/WHO/OIE Guidelines for the surveillance, management, prevention and control of Trichinellosis. Ed. J. Dupouy-Camet & K.D. Murrell pp. 1-35. París, Francia.
- Pozio E., La-Rosa G., Murrell KD, Lichtenfels J. R., (1992), Taxonomic revision of the genus *Trichinella*, Journal Parasitology, 78:654-659.
- Reglamento (CE) N°2075/2005. 2005. Reglamento (CE) N°2075/2005 De la comisión de 5 de Dic-

iembre de 2005 por el que se establecen las Normas Específicas para los controles oficiales de la presencia de Triquina en carne. [Publicación en línea]. Disponible desde Internet en <<http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2005:338:0060:0082:ES:PDF>>. [consultado 6 Noviembre 2012].

Sistema Único de Información para la Vigilancia Epidemiológica/Dirección General de Epidemiología/SSA, (2002). Casos de Triquinosis (B75)

por fuente de notificación Estados Unidos Mexicanos 2002. [Publicación en línea]. Disponible en la página: <<http://www.dgep.gob.mx>>. [consultado 6 Julio 2013].

Vignau M.L., Eiras, D.F., Risso, M.A., 2003. Comparative Analysis between trichinoscopy and artificial Digestion, in experimental infection with low number of larvae. *Analeca Veterinaria*. 23 (2): 24-27.

# Efectos del consumo de tortilla de maíz azul de la raza mixteco sobre parámetros morfológicos del hipocampo de ratón

Edna Alarcón Aparicio<sup>1</sup>, Jacinto Bañuelos Pineda<sup>2</sup>✉, Rosa Isela Guzmán Gerónimo<sup>1</sup>, María Luisa Ramos Ibarra<sup>3</sup>, Carmen Cecilia Gómez Rodiles<sup>2</sup>, Efraín Rivas Celis<sup>2</sup>, Juanita Acero Ortega<sup>2</sup>, Luis Octavio Aguirre López<sup>2</sup> y José Luis Chávez Servia<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Ciencias Básicas, de la Universidad Veracruzana. Av. Dr. Rafael Sánchez Altamirano S/N, antes Dos Vistras Km. 3.5 Carretera Xalapa-Las Trancas, Col. Industrial Las Ánimas, C.P. 91192, Xalapa, Ver. México.

<sup>2</sup>Departamento de Medicina Veterinaria. <sup>3</sup>Departamento de Salud Pública. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Camino Ing. Ramón Padilla Sánchez No. 2100, La Venta del Astillero, 45221, Zapopan, Jalisco, México, Universidad de Guadalajara.

<sup>4</sup>Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR) del Instituto Politécnico Nacional. Unidad Oaxaca. Hornos No. 1003, Col. Noche Buena, Municipio de Santa Cruz Xoxocotlán C.P. 71230. Oaxaca, Oax. México.

✉ [jpineda@cucba.udg.mx](mailto:jpineda@cucba.udg.mx)

## Introducción

En México, la tortilla de maíz forma parte de la dieta de todos los estratos sociales, con un consumo “*per cápita*” superior a 50 kg/por año de tortilla en el medio rural [Inegi, 2010]. La tortilla de maíz blanco es que se consume principalmente, sin embargo, en años recientes, la demanda en el consumo de maíces pigmentados se ha incrementado, en particular el uso del maíz azul, cuyos colorantes naturales (flavonoides del tipo antocianinas) tienen propiedades antioxidantes y otros efectos benéficos en la salud (Garzón, 2008).

Para la elaboración de la tortilla, es necesario someter al grano a un proceso de nixtamalización. Durante el proceso de nixtamalización, un porcentaje de las antocianinas del grano son degradadas por el pH alcalino de la solución acuosa de cocimiento. Lo que da como resultado una reacción de saponificación de las antocianinas aciladas. Se estima que entre 40 y 80% de las antocianinas se pueden perder durante la transformación del grano a masa y tortilla (Salinas *et al.*, 2003). Sin embargo, las antocianinas

que permanecen en el producto, mantienen su propiedad antioxidante, de ahí que una tortilla de maíz azul posea mayor actividad antioxidante que una tortilla elaborada de grano blanco (De la Parra *et al.*, 2008).

En recientes estudios se ha propuesto que los flavonoides pueden tener otros tipos de bioactividad *in vivo*. Las evidencias muestran que los flavonoides son más propensos a ejercer acciones neuroactivas por la modulación de cascadas de señalización intracelulares que controlan la supervivencia neuronal, muerte y diferenciación. Lo que tiene efectos sobre la expresión génica e interacciones con las mitocondrias (Williams *et al.*, 2004, Spencer *et al.*, 2003, Schroeter *et al.*, 2002). Al respecto, alimentos ricos en flavonoides, como el vino tinto, el té, los arándanos y chocolate, están tomando un creciente interés en su estudio, por sus beneficios neuroprotectores, incluyendo la neutralización de los efectos de las neurotoxinas en el cerebro, la supresión de la inflamación y estimular la memoria y la cognición (Vauzour *et al.*, 2008).

## Objetivo

Evaluar el efecto del consumo de tortillas elaboradas con maíz azul de la raza mixteco mediante el análisis del área nuclear de las neuronas de la región CA3 del hipocampo y el área total del hipocampo de ratones.

## Material y métodos

Se utilizaron 4 kg de maíz azul (MA) colectado en la región Mixteca del Estado de Oaxaca, México. El grano de maíz azul fue nixtamalizado de manera estandarizada se obtuvo la masa y se elaboraron tortillas. Se realizó análisis un químico proximal de la tortilla de MA y de tortilla de maíz blanco (utilizada como control), ambos tipos de tortilla de la raza mixteco, que incluye los siguientes parámetros; humedad, cenizas, extracto etéreo, fibra cruda, proteína y calcio. También se calculó la energía aportada por cada 100 g de tortilla. Dieciocho ratones machos de 10 semanas de edad, de la cepa Balb/C, se dividieron en grupos de 6 animales: experimental tortilla 1 (ET1); consumió 0.06 mg/día de tortilla de MA; experimental tortilla 2 (ET2); consumió 0.6 mg/día de tortilla de MA y grupo control (C); solo consumió, a libre acceso, alimento comercial para roedor (Lab Chows Purina®). Los animales fueron tratados durante 20 días consecutivos con la tortilla.

### Proceso histológico de los tejidos

El día 21 los ratones se anestesiaron y se les practicó una perfusión intracardiaca para fijar encéfalo. Se practicó una craneotomía y se extrajo el encéfalo completo, así como un trozo de hígado riñón corazón, bazo, estomago e intestinos delgado y grueso con el propósito de realizar un estudio histopatológico para descartar efectos tóxicos por efecto del consumo tortilla. Los tejidos se

pos-fijaron por inmersión durante 24 hr en la misma solución fijadora y se deshidrataron alcohol. Después fueron embebidos en parafina para obtener cortes coronales de 10 micras de espesor en un micrótomato rotatorio (Leica®) y se tiñeron con hematoxilina-eosina. El análisis microscópico consistió en cuantificar el área nuclear de las neuronas de la región CA3 y el área total del hipocampo en las coordenadas comprendidas de Interaural 7.2 mm a 4.7 mm y Bregma -1.8mm a -4.3mm del Atlas de Paxinos y Watson (1982) mediante la utilización de un analizador de imágenes (QWin 500). Los datos obtenidos se analizaron mediante un análisis de varianza de una sola vía (Anova) seguida de la prueba *post-hoc* de Tukey.

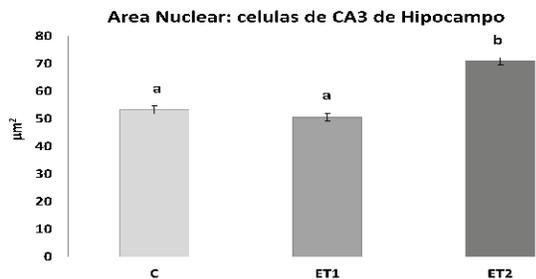
## Resultados

### Análisis químico proximal

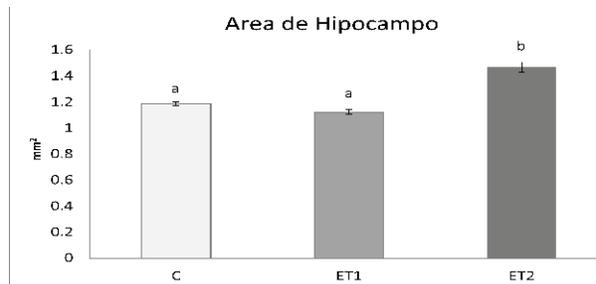
De cada kilogramo de maíz nixtamalizado se obtuvieron aproximadamente 1.520 kg de tortilla. Los estudios del análisis químico proximal mostraron que no se encontraron diferencias sustanciales en los diferentes parámetros analizados entre la tortilla de MA con relación a análisis realizados en tortilla de maíz blanco. La única excepción fue el contenido de calcio, que resultó más elevada en la tortilla de maíz azul (186 mg vs 112 mg).

### Análisis microscópico cuantitativo

Los resultados de la medición del núcleo de las neuronas de la región CA3 mostraron que el grupo ET2 tuvo una significativa mayor área nuclear que los grupos C y ET1, ( $p < 0.05$ ) (Figura 1). De manera similar fueron los resultados en el área de hipocampo, los datos mostraron que el grupo ET2 tuvo una significativa mayor área de hipocampo con respecto a los grupos C y ET1 y ( $p < 0.05$ ) (Figura 2).



**Figura 1.** Muestra la media ± error estándar del área nuclear de neuronas de CA3 de ratón de los diferentes grupos del estudio. El grupo ET2 mostro una significativa mayor área nuclear de sus neuronas con respecto a los restantes grupos. Literales diferentes indican diferencias significativas a una  $p < 0.005$  para una  $n$  de 215 objetos medidos/tratamiento.



**Figura 2.** Muestra la media ± error estándar del área de hipocampo de ratón de los diferentes grupos. El grupo ET2 mostro una significativa mayor superficie de hipocampo con respecto a los restantes grupos. Literales diferentes indican diferencias significativas a una  $p < 0.005$  para una  $n$  de 75 objetos medidos/tratamiento.

**Análisis histopatológico de órganos internos**

El análisis microscópico de los diferentes órganos mostro hallazgos histopatológicos de bajo impacto. Esto con fundamento en que el intestino delgado, intestino grueso, riñón y bazo no presentaron daño aparente; y los hallazgos histopatológicos observados en hígado, corazón y estomago fueron discretos y no lo presentaron el total de los animales de cada grupo. Los principales hallazgos se describen en el cuadro 1.

**Discusión**

Los resultados del análisis químico proximal mostraron resultados similares en el contenido de carbohidratos, lípidos, fibra alimentaria humedad y proteínas entre la tortilla de maíz azul y blanco. Estos datos coinciden con estudios previos realizados

en maíces pigmentados (Salinas, 2010). Lo que resultado evidente fue la mayor capacidad para retener el calcio por parte de la tortilla de maíz azul, lo cual podría explicarse por una mayor formación de quelatos con el calcio debida a la presencia de las antocianinas en la tortilla azul.

Este trabajo mostro que los ratones alimentados durante 20 días con una dosis diaria de 0.6 gr de tortilla de MA de la raza mixteca, manifestaron aumento del área nuclear de las neuronas de la región CA3, así como aumento en el área del hipocampo. Que significa tener mayor área nuclear en las neuronas CA3 del hipocampo? Estudio previos sugieren que un aumento en el área nuclear neuronal indica poseer mayor volumen nuclear, y mayor volumen nuclear sugiere una mayor actividad transcripcional (Jones *et al.*, 1982). Así mismo es conoci-

**Cuadro 1.** Hallazgos histopatológicos por efecto del tratamiento con extractos de antocianinas o consumo de tortilla de MA en órganos internos.

Grupo	Corazón	Hígado	Estómago
ET1	Dos animales con necrosis y miocardias	Sin daño aparente	Un animal con gastritis, edema discreto e infiltración linfocítica
ET2	Tres animales con epicarditis necrótica focal	Un animal con hepatitis grasa multifocal discreta	Presencia de levaduras en luz del órgano

do que el incremento de la actividad transcripción neuronal guarda una estrecha relación con una mayor síntesis de proteínas estructurales. Que en el caso de neuronas este hecho se puede relacionar con el desarrollo de dendritas y espinas dendríticas (Woolley and McEwen, 1994). Por lo tanto se puede presentarse el escenario de neuronas de mayor tamaño en la región CA3 del hipocampo y, por consecuencia, es posible observar un hipocampo de mayor tamaño, tal y como sucedió en nuestro estudio. Estos procesos de desarrollo de la estructura neuronal son producidos naturalmente mediante diversas sustancias presentes en el tejido cerebral, como el BDNF (brain-derived neurotrophic factor), el cual es considerado como una sustancia con efectos neurotróficos. Al respecto algunos estudios han mostrado que los flavonoides y sus metabolitos pueden iniciar acciones neurofarmacológicas en el nivel molecular que involucran vías de señalización intracelular (Vauzour *et al.*, 2007; Spencer, 2008). Por ejemplo, se ha demostrado que los efectos beneficiosos del té verde, arándano y Gingko Biloba en la memoria espacial involucra el aumento del BDNF hipocampal (Williams *et al.*, 2008; Li *et al.*, 2009; Hou *et al.*, 2010). Por lo tanto los resultados obtenidos en el presente estudio pueden considerarse como evidencias morfológicas de un posible efecto neurotrófico propiciado por tortillas elaboradas de MA de la raza mixteca. Un maíz con alto contenido de antocianinas (resultados aun no publicados). Lo que hace necesario estudios inmediatos adicionales que apoyen y fundamenten los resultados de este estudio con el propósito de ratificar el posible potencial de este maíz nativo para la salud ante la creciente amenaza de maíces transgénicos en nuestro país.

## Conclusión

El consumo de 0.6 mg/día de tortillas elaboradas con maíz azul de la raza mixteca durante 20 días aumento el área nuclear de las neuronas de la región CA3 del hipocampo y el área del hipocampo de ratones.

## Referencias bibliográficas

- De la Parra C., S. O. Serna-Saldivar and R. Hai Liu. 2008. Effect of processing on the phytochemical profiles and antioxidant activity of corn for production of masa, tortillas, and tortillachips. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 55:4177-4183.
- Garzón G. A. 2008. Anthocyanins as Natural Colorants and Bioactive Compounds. *Acta Biológica Colombiana.*, Vol. 13 No. 3, 2008 27 – 36.
- Hou Y., M.A. Aboukhatwa, D.L. Lei, K. Manaye, I. Khan. 2010. Antidepressant natural flavonols modulate BDNF and beta amyloid in neurons and hippocampus of double TgAD mice. *Neuropharmacology* 58: 911–920.
- INEGI. 2010. Anuario estadístico de los Estados Unidos Mexicanos. Instituto Nacional de estadística, geografía e informática. México. 165 pp.
- Jones K. J., W. P. Donald and B. S. McEwen. 1985. Early estrogen-induced nuclear changes in rat hypothalamic ventromedial neurons: An ultrastructural and morphometric analysis. *Journal of Comparative Neurology*. Volume 239 (3): 255–266.
- Li Q, H.F. Zhao, Z.F. Zhang, Z.G. Liu, X.R. Pei. 2009. Long-term administration of green tea catechins prevents age-related spatial learning and memory decline in C57BL/6 J mice by regulating hippocampal cyclic ampresponse element binding protein signaling cascade. *Neuroscience*. 159: 1208–1215.
- Paxinos, G. and C. Watson. 1982. The rat brain in stereotaxic coordinates. Sydney: Academic Press. Pp 9-140.
- Salinas-Moreno Y., F. Martínez-Bustos, M. Soto-Hernández, R., Ortega-Paczka and Arellano-Vázquez J. L. 2003. Effect of alkaline cooking process on anthocyanins in pigmented maize grain. *Agrociencia* 37: 617-628.
- Salinas Moreno. Y., J. Soria Ruiz y E. Espinosa Trujillo. 2010. Aprovechamiento y Distribución de Maíz Azul en el Estado de México. Disponible en

- <http://hdl.handle.net/123456789/3049>. Fecha de acceso: 2012-05-07T14:21:20Z.
- Schroeter H., C. Boyd, J.P.E. Spencer, Williams R.J., E. Cadenas & C. Rice-Evans. 2002. MAPK signaling in neurodegeneration: influences of flavonoids and of nitric oxide. *Neurobiology of Aging* 23, 861–880.
- Spencer J.P.E. 2008. Food for thought: the role of dietary flavonoids in enhancing human memory, learning and neuro-cognitive performance. *Proceedings of the Nutrition Society* 67: 238–252.
- Spencer J.P.E., C. Rice-Evans & R.J. Williams. 2003. Modulation of pro-survival Akt/PKB and ERK1/2 signalling cascades by quercetin and its in vivo metabolites underlie their action on neuronal viability. *Journal of Biological Chemistry* 278, 34783–34793.
- Vauzour D, K. Vafeiadou, C. Rice-Evans, R.J. Williams, J.P.E. Spencer. 2007. Activation of pro-survival Akt and ERK1/2 signalling pathways underlie the anti-apoptotic effects of flavanones in cortical neurons. *Journal of Neurochemistry*. 103: 1355–1367.
- Vauzour D., G. Ravaioli, K. VafeiAdou, A. Rodriguez-Mateos, C. Angeloni, J.P.E. Spencer. 2008. Peroxynitrite induced formation of the neurotoxins 5-S-cysteinyl-dopamine and DHBT-1: implications for Parkinson's disease and protection by polyphenols. *Archives of Biochemistry and Biophysics*. 476:145–151.
- Williams CM, El Mohsen MA, Vauzour D, Rendeiro C, Butler LT, *et al.* 2008. Blueberry-induced changes in spatial working memory correlate with changes in hippocampal CREB phosphorylation and brain-derived neurotrophic factor (BDNF) levels. *Free Radical Biology and Medicine* 45: 295–305.
- Williams R.J., J.P.E. Spencer & C. Rice-Evans. 2004. Flavonoids: antioxidants or signalling molecules? *Free Radical Biology and Medicine*. 36: 838–849.
- Woolley C.S. and S. Bruce McEwen. 1994. Estradiol Regulates Hippocampal Dendritic Spine Density via an IV-MethyAspartate Receptor-Dependent Mechanism. *The Journal of Neuroscience*. 74(12): 7660-7667.

# Toxicidad aguda y genotoxicidad de fructanos de agave Citar

Eduardo Padilla Camberos<sup>✉</sup> y Sabina Raquel Hidalgo Mendoza

Centro de investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A.C. Normalistas 800 C.P. 44270 Guadalajara, Jalisco. Tel. (33)33455200.

✉ [epadilla@ciatej.mx](mailto:epadilla@ciatej.mx)

## Introducción

El agave procede de México, en donde se localizan 272 de las 310 especies registradas, con 135 especies endémicas. Muchas de estas especies son importantes, económicamente hablando, una de ellas es el *Agave tequilana* Weber Azul que constituye la materia prima para la producción del Tequila. Adicionalmente, el agave contiene fructanos los cuales desempeñan una función relevante en la fisiología de las plantas, principalmente en su resistencia a condiciones adversas tanto al calor como al frío, además de estrés hídrico y presencia de patógenos (López *et al.*, 2003).

Las fuentes tradicionales de fructanos son la alcachofa (*Helianthus tuberosus*), dalia (*Dahlia variabilis*), cebolla (*Allium cepa*) y principalmente la achicoria (*Cichorium intybus*), de la cual se comercializan varios productos a base de fructanos y se utilizan por la industria alimentaria, por su alta funcionalidad y versatilidad.

Los fructanos de agave son polímeros de fructosa con o sin una unidad de glucosa terminal o interna y son conocidos comercialmente como inulina o como FOS de Agave, dependiendo de su perfil o grado de polimerización.

Con base en la norma mexicana NMX-F-591-SCFI-2010, los fructanos de agave en cualquiera de sus presentaciones comercia-

les, dependiendo de su grado de polimerización (DP) se clasifican en:

- Fructooligosacáridos de agave (FOS). Son aquellos fructanos de agave que presentan un DP menor a 10.
- Inulina de Agave. Son aquellos fructanos de agave que contienen un DP igual o mayor a 10.

Los fructanos son fibra soluble dietética de sabor, color y olor neutro, bajos en calorías; sus propiedades benéficas para la salud incluyen regulación de niveles de glucosa y colesterol sanguíneos, incremento en absorción mineral, control de peso, entre otros y basados principalmente en el efecto prebiótico (Kaur & Gupta, 2002).

Los fructanos de agave han sido estudiados para evaluar su efecto prebiótico, así como su efecto en control de peso y actividad hipoglucemiante (Gómez *et al.*, 2010; Urias *et al.*, 2008). Dado el incremento en el uso de fructanos es necesario realizar estudios para conocer el potencial toxicológico con vistas al manejo adecuado de riesgos.

Los estudios toxicológicos más utilizados son los que evalúan la toxicidad aguda, ya que ello permite determinar la Dosis Letal Media (DL50), asimismo se utiliza como criterio para la clasificación de riesgos en los rombos de seguridad que deben llevar las etiquetas de los productos comerciales.

Por su parte los estudios de genotoxicidad permiten evaluar el riesgo que tienen los productos para dañar el material genético de las células, lo cual está relacionado con importantes padecimientos como el cáncer y con afectaciones a la descendencia (Torres, 2013).

Los antecedentes bibliográficos de estudios toxicológicos de fructanos refieren trabajos realizados en fructanos obtenidos de achicoria únicamente, en donde se han empleado modelos de rata, en sus resultados no se reportaron efectos adversos (Carabin & Flamm, 1999).

No se han reportado estudios toxicológicos de fructanos o inulinas de agave, por lo que este trabajo se enfocó en evaluar la toxicidad aguda y genotoxicidad de fructanos, inulinas y FOS obtenidos de agave, comparándolos con un prebiótico comercial.

## Materiales y metodología

Las muestras de fructanos de agave se obtuvieron de plantas colectadas en el Estado de Jalisco. Se obtuvo el jugo de la cabeza del agave y este se sometió a un proceso de filtración tangencial con membranas que pudieron separar las diferentes fracciones de fructanos en base a su DP. La muestra comercial de fructanos se obtuvo de la marca Orafiti (Marquez *et al.*, 2013).

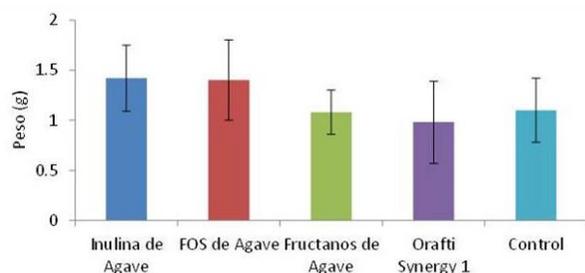
La prueba de toxicidad aguda se realizó de acuerdo al procedimiento 425 denominado "Up and Down" establecido por la OECD. Se utilizaron ratones Balb/c a los que administró en una sola ocasión, los diferentes fructanos de Agave en dosis incrementales de 175, 550, 1750 y 5000 mg/kg

en intervalos de 48 horas, dependiendo del resultado obtenido en la dosis previa. Los animales fueron observados diariamente durante 14 días y se realizaron registros de peso corporal, signos clínicos y mortalidad. Al finalizar el estudio se determinaron los parámetros hematológicos y niveles de enzimas.

Asimismo se realizó la prueba de genotoxicidad mediante la determinación de rompimientos cromosómicos, identificados como micronúcleos, sangre periférica de ratón. La dosis utilizada en la prueba de genotoxicidad fue de 5000 mg/Kg de peso corporal, seleccionada en base al resultado de la prueba de toxicidad aguda. Cabe hacer mención que el volumen máximo de sustancia que puede administrarse de una sola vez a los animales de experimentación no debe exceder 2 ml/100 g de peso corporal.

El muestreo de sangre periférica se realizó a las 36 horas después de la dosificación. Las muestras de sangre se obtuvieron mediante un corte ligero de la vena de la cola, una gota de sangre se colocó sobre un portaobjetos limpio y desengrasado y se fijó inmediatamente con "citospray", aplicándolo de manera homogénea a una distancia de 15 cm. del portaobjetos y se dejó secar por 5 minutos.

Los portaobjetos con la muestra de sangre fueron teñidos con Naranja de Acridina a una concentración de 40 mg/ml, el portaobjetos se cubrió completamente con el colorante y se dejó en contacto por 8 minutos, enseguida se quitó el exceso de colorante con agua destilada, para su posterior observación al microscopio (Promkum *et al.*, 2012).



**Figura 1.** Ganancia de peso (g) de ratones en la prueba de toxicidad aguda en el día 14.

## Resultados

Las muestras de fructanos, inulinas y FOS de Agave no afectaron la mortalidad ni el estado de salud general de los animales de experimentación, al término de los 14 días de observación. La ganancia de peso de los animales mostró ligeras variaciones, las

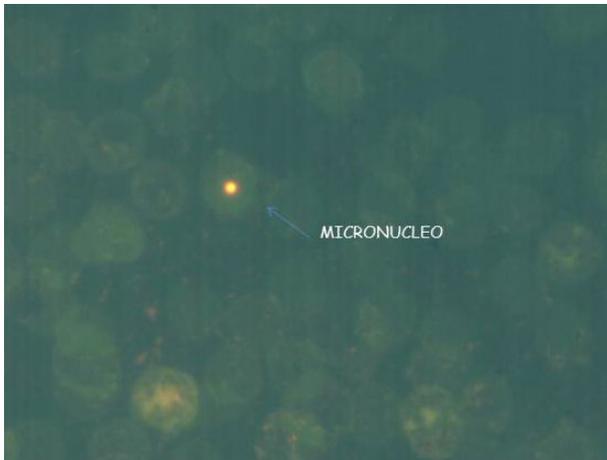
cuales no fueron significativas al comparlas con el control.

Los parámetros hematológicos, el conteo diferencial de leucocitos y la química sanguínea mostraron valores equiparables en los diferentes grupos de estudio.

Con respecto a la cuantificación de micronucleos, los resultados mostraron un incremento en el porcentaje de inducción de micronucleos, principalmente en las muestras de inulina y FOS de agave, sin embargo, el análisis estadístico no reveló diferencias significativas en relación al grupo control.

**Cuadro 1.** Principales parámetros en el estudio de toxicidad.

Parametro/Muestra	Inulina de Agave	FOS de Agave	Fructanos de Agave	Orafti Synergy 1	Control
<b>Hematología</b>					
E ritrocitos ( $10^5/\mu\text{L}$ )	8.43± 3.68	8.63±0.23	8.37±0.17	8.47± 0.15	8.40±0.17
H emoglobina (g/dL)	16.50±0.36	16.4±0.40	16.73±0.31	16.80± 0.60	17.07±0.31
H ematocrito (%)	46.40±0.36	46.53±0.25	46.77±0.36	46.73± 0.40	46.97±0.42
Leucocitos ( $10^3/\mu\text{L}$ )	4.53±0.38	4.80±0.10	4.73±0.12	4.87± 0.80	4.60±0.36
<b>Conteo diferencial de leucocitos (%)</b>					
N eutrofilos	20.13±0.40	18.83±0.78	19.43±0.68	19.23± 0.68	19.23±0.40
L infocitos	77.27±1.62	78.17±2.75	75.10±1.01	77.67± 1.53	79.67±2.08
M onocitos	3.03±0.95	2.13±1.21	2.03±1.05	2.10± 0.87	2.23±0.76
E osinofilos	1.57±0.47	1.40±0.20	1.60±0.20	1.50± 0.36	1.73±0.42
<b>Química sanguínea</b>					
Aspartato aminotransferasa	64.40±2.25	68.70±5.67	73.03±2.91	69.63± 0.80	68.63±0.67
Alanin aminotransferasa	32.67±1.90	33.50±2.46	33.17±2.94	33.73± 3.54	32.77±2.63
Glucosa	106.83±3.59	109.17±2.68	110.13±1.17	109.23± 4.48	105.67±6.55
Creatinina	0.45±0.02	0.43±0.03	0.45±0.02	0.45± 0.02	0.44±0.02
<b>Ganancia de peso (g)</b>					
	1.42±0.72	1.40±0.40	1.08±0.22	0.98± 0.41	1.10±0.32
<b>Micronucleos (% de inducción)</b>					
	0.16	0.14	0.12	0.15	0.13



**Figura 2.** Administración de muestras para pruebas toxicológicas (arriba a la izquierda). Microscopio acoplado al analizador de imágenes para prueba de genotoxicidad (arriba a la derecha). Imagen representativa de micronucleo (abajo).

## Discusión

Los resultados de toxicidad realizados con fructanos de Agave, son similares a los obtenidos en muestras de fructanos obtenidos de Achicoria, en modelos animales de ratas Sprague-Dawley y ratón mediante administración de dosis únicas de 0, 3, 6 and 9 g/kg de peso corporal donde se observó que no se afectó la mortalidad ni el estado general de los animales, aún en la dosis más alta, por lo que la DL50 fue estimada en mayor a 9 g/kg (Takeda & Nizzato, 1982).

Asimismo, en estudios de toxicidad subaguda de fructanos de achicoria realizados en ratas Wistar, se evaluaron dosis de 0.5, 3 y 4.5 g/kg en administración diaria

por 6 semanas, los resultados no mostraron efectos negativos en los animales de prueba (Gibson & Robertfroid, 2008).

La evaluación toxicológica de este tipo de productos es importante debido a su potencial utilización como ingrediente de alimentos para consumo humano. Asimismo, es un requisito normativo establecido por la autoridad sanitaria, para fines de registro y comercialización. La mayoría de los productos naturales empleados en la preservación de alimentos e inclusive con aplicación terapéutica, no se fundamentan en estudios que demuestren su eficacia, calidad y su seguridad ya que se argumenta que por el hecho de ser de origen natural son inocuos. Sin embargo estudios recientes han demos-

trado reacciones tóxicas agudas ocasionadas por algunos productos naturales.

Una de las reacciones adversas que no se presentan en corto tiempo, sino debido a la exposición continua, es lo concerniente al daño del material genético de las células o genotoxicidad. La evaluación de la actividad genotóxica de extractos vegetales se ha convertido en una práctica común debido a que la exposición a tales sustancias se realiza a bajas concentraciones, aunque por largos periodos (Boyle, 2008).

## Conclusión

Se puede concluir que no existe toxicidad aguda relacionada a las muestras de fructanos, inulinas y FOS de agave en las diferentes dosis evaluadas y administradas en forma oral, por lo cual la  $DL_{50}$  es mayor a 5000 mg/kg de peso corporal. No se observó evidencia de genotoxicidad en las muestras evaluadas.

## Referencias bibliográficas

- Boyle, F.G. 2008. Safety evaluation of oligofructose: 13 Week rat study and *in vitro* mutagenicity. *Food and Chemical Toxicology*. **46**:3132–3139.
- Carabin I.G. & W.G. Flamm. 1999. Evaluation of the safety of inulin and oligofructose as dietary fiber. *Reg. Toxicol. Pharmacol.* **30**:268-282.
- Gibson G.R. & M.B. Roberfroid. 2008, *Handbook of Prebiotics*. CRC Press. 458-470.
- Gomez E, Tuohy KM & G.R. Gibson. 2010. In vitro evaluation of the fermentation properties and potential prebiotic activity of agave fructans. *J. Appl. Microbiol.* **108**(6):2114–2121.
- Kaur, N. & A.K. Gupta. 2002. Applications of inulin and oligofructose in health and nutrition; *J. Biosci.* **27**: 703–714.
- López, M.G., N.A. Mancilla-Margalli, & G. Mendoza-Díaz. 2003. Molecular structures of fructans from *Agave tequilana* Weber var. azul, *J. Agric. Food Chem.* **51**:7835-7840.
- Marquez-Aguirre, A.L., R.M. Camacho-Ruiz, M. Arriaga-Alba, E. Padilla-Camberos, M.R. Kirchmayr, J.L. Blasco, and M. Gonzalez-Avila. 2013. Effects of *Agave tequilana* fructans with different degree of polymerization profiles on the body weight, blood lipids and count of fecal Lactobacilli/Bifidobacteria in obese mice. *Food Funct.* **4**:1237-1244.
- Promkum, C., C. Butryee, & S. Tuntipopipat. 2012. Anticlastogenic effect of *eryngium foetidum* L. assessed by erythrocyte micronucleus assay. *Asian Pacific Journal of Cancer Prevention*. **13**:3343-3347.
- Takeda U. & T. Niizato T. 1982. Acute ansubacute safety test. Presented at the *Proceedings of the 1st Neosugar Research Conference*, Tokyo, May 20.
- Torres, B. 2013. Carcinogénesis Ambiental. pp. 75-98. En: Alvarez, C. Genética, Ambiente y Salud. Tercera Edición. Editorial COECYTJAL CUCBA, Guadalajara, México. 180 pp. ISBN:978-607-9289-36-2.
- Urias-Silva, J.E. Urias-Silvas J. E., P.D. Cani, E. Delmee, A. Neyrinck, M.G. Lopez, & N.M. Delzenne. 2008. Physiological effects of dietary fructans extracted from *Agave tequilana* Gto. and *Dasyliro* spp, *Br. J. Nutr.* **99**(2):254–261.

# Fumonisinias en rastrojo de maíz destinado al consumo de equinos en distintas localidades del estado de Jalisco Citar

Claudia Nallely Anguiano Sevilla, Severiano Patricio Martínez, Alejandro Montaña Oseguera, José Pablo Torres Morán, Rubén Anguiano Estrella y Waldina Patricia Reyes Velázquez ✉

Laboratorio de Residuos Tóxicos II. Departamento de Salud Pública, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Camino Ing. Ramón Padilla Sánchez No. 2100, La Venta del Astillero, 45221, Zapopan, Jalisco, México, Universidad de Guadalajara. Tel. 36 82 05 74.

✉ [waldinar@cucba.udg.mx](mailto:waldinar@cucba.udg.mx)

## Introducción

Los cereales como el maíz y sus derivados son la principal fuente de contaminación de micotoxinas, metabolitos secundarios producidos por especies de hongos filamentosos. Entre las micotoxinas de impacto a la salud animal destacan las fumonisinias (FBs), producidas principalmente por *Fusarium verticillioides*, responsables de la leucoencefalomalacia equina (ELEM), cuadro clínico caracterizado por ceguera, parálisis glossofaríngea, incoordinación marcada, postración y muerte entre 24 a 48 horas (Sánchez, 1987). Este trastorno se ha presentado con frecuencia en regiones del centro y sur del estado de Jalisco, sin embargo, no existen reportes oficiales o publicados en revistas científicas. En el estado de Jalisco el rastrojo de maíz es destinado principalmente para consumo de bovinos, sin embargo, en diversas localidades es la única fuente de alimentación para equinos, por lo que es posible sea un factor predisponente a la presentación de brotes de ELEM. El objetivo del presente estudio fue determinar los niveles de FBs en muestras de rastrojo de maíz recolectadas en 13 localidades de Jalisco y reportar la incidencia de casos de ELEM que se presentaron durante el periodo comprendido de marzo de 2012 a julio de 2013.

## Materiales y métodos

Se obtuvieron 39 muestras de rastrojo de maíz recolectadas de 13 cuadras de caballos ubicadas en diversas localidades de la zona centro y sur del estado de Jalisco (Ahualulco de Mercado, Ameca, Autlán de Navarro, Concepción de Buenos Aires, Chiquilistlán, Cocula, Cuautitlán, El Grullo, Juchitlán, San Agustín, Tamazula de Gordiano, Tlajomulco de Zuñiga y Unión de Tula) durante los meses de marzo de 2012 a Julio de 2013. A partir del muestreo realizado se seleccionaron las cuadras con mayor contaminación y se procedió a un segundo muestreo. La metodología analítica utilizada para la determinación de FBs fue la técnica de inmunoensayo enzimático de tipo competitivo directo (ELISA) y se confirmó mediante cromatografía de líquidos de alta presión (HPLC). En 4 localidades estudiadas durante 2012 fueron reportados 9 casos de ELEM, obteniéndose el cerebro de un caballo para realizar el estudio histopatológico. No fue posible realizarlo en todos los caballos muertos ya que los propietarios no permitieron la extracción del cerebro por motivos sentimentales. Los resultados se analizaron mediante el ANOVA utilizando el programa Sigma Stat versión 3.1 para Windows.

**Cuadro 1.** Niveles de fumonisinas (mg/kg) presentes en el rastrojo de maíz analizado durante los meses marzo-noviembre de 2012.

Localidad	Promedio	Desv. Estandar	Máximo	Mínimo
Ahualulco de Mercado	12.83 a	6.35	19.18	6.48
Ameca	1.55 de	0.46	1.98	1.04
Autlán de Navarro	3.15 cd	1.66	5.02	1.58
Concepción de Buenos Aires	0.27 f	0.04	0.30	0.23
Chiquilistlán	0.30 f	0.03	0.33	0.27
Cocula	4.68 abc	0.35	5.02	4.33
Cuautilán	0.78 ef	0.17	0.95	0.60
El Grullo	7.90 ab	2.22	10.91	5.95
Juchitlán	0.36 f	0.02	0.38	0.34
San Agustín	2.97 bcd	0.32	3.29	2.65
Tamazula de Gordiano	1.29 ef	0.91	2.45	0.32
Tlajomulco de Zúñiga	3.71 cd	2.61	6.32	0.35
Unión de Tula	3.69 bcd	1.44	5.44	2.0

Las literales indican diferencia estadística entre localidades ( $p < 0.001$ ).

## Resultados

El 100% de las muestras analizadas de rastrojo de maíz fueron positivas a FBs con niveles que fluctuaron de 0.23 mg/kg a 19.18 mg/kg en el primer muestreo (2012), el cuadro 1 presenta los niveles de contaminación observados, la mayor contaminación correspondió a Ahualulco de Mercado (promedio: 12.83 mg/kg), El Grullo (7.90 mg/kg) y Cocula (4.68 mg/kg), las dos primeras superaron los niveles permitidos de FBs de acuerdo a la guía publicada por la FDA (5 mg/kg), si bien son niveles que deben encontrarse cuando el ingrediente no supere el 20% de la dieta, sin embargo en la mayoría de las cuadras evaluadas la inclusión de rastrojo de maíz es mayor al 50%. Cuando las localidades seleccionadas durante 2012 por la mayor contaminación con FBs se compararon en ambos periodos se utilizó la prueba t Student para contratar estadísticamente los resultados. Durante el segundo muestreo los niveles fluctuaron de 0.15 mg/kg a 4.75 mg/kg, correspondiendo

a Autlán de Navarro la mayor concentración. Se destaca que debido al alto porcentaje en que se incluye en la alimentación el rastrojo de maíz (50-100%) los niveles de exposición a FBs en los caballos superan en alta proporción los niveles recomendados por la FDA para caballos.

Durante 2012 se reportaron 9 casos de ELEM relacionados con las concentraciones de FBs presentes en el rastrojo de maíz, el estudio post-mortem confirmó el síndrome de leucoencefalomalacia equina. Se observó en la mayoría de los caballos depresión, ceguera, ataxia, hiperexcitabilidad, delirio, deambulación, sudoración profusa, agresividad, presión en la cabeza, postración, convulsiones y pedaleo antes de morir. El cerebro extraído para el estudio morfológico e histopatológico fue de uno de los casos de Tlajomulco de Zúñiga. La imagen del cerebro muestra congestión discreta difusa Aracnoides, hemorragias de tipo petequiral y equimosis discretas multifocales; cavitaciones de diferentes dimensiones, discre-

**Cuadro 2.** Comparación de los niveles de fumonisinas (mg/kg) presentes en el rastrojo de maíz durante los dos periodos de muestreo.

Localidad	Primer muestreo	Segundo muestreo
Ahualulco de Mercado	12.83 a	1.33 b
Autlán de Navarro	3.15	4.02
Cocula	4.68 a	1.95 b
El Grullo	7.90 a	0.97 b
Tlajomulco de Zuñiga	3.71 a	1.47 b
Unión de Tula	3.69 a	1.61 b

Las literales indican diferencia estadística entre periodos de muestreo ( $p < 0.001$ ).

tas a moderadas y multifocales en lóbulos laterales derecho e izquierdo de la sustancia gris, estriaciones discretas focales en hipocampo (figura 1). Las lesiones histopatológicas del cerebro, permitieron observar espongiosis discreta a moderada difusa en la sustancia blanca y gris del encéfalo y cerebelo, vasculitis discreta moderada multifocal con infiltrado linfocitario moderado, así como necrosis coagulativa discreta multifocal (figura 2). Se debe mencionar que los otros casos reportados durante el estudio no pudieron analizarse post-mortem, ya que los propietarios no permitieron extraer los cerebros por el valor sentimental que representa el animal para ellos. Es importante destacar que en dos localidades

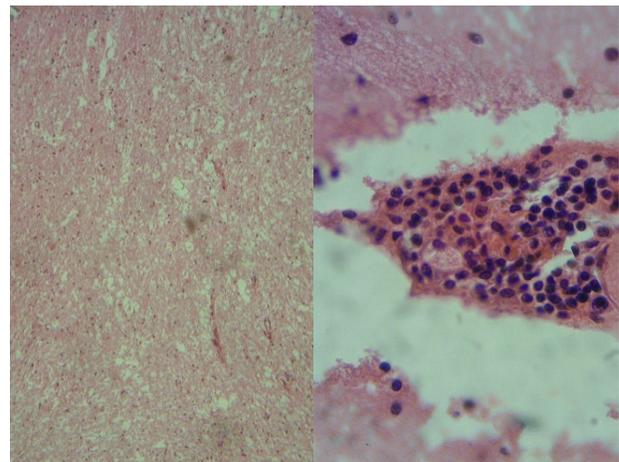
(Autlán de Navarro y Tlajomulco de Zuñiga) se observó relación entre los niveles de FBs presentes en las muestras de rastrojo de maíz analizados y los efectos tóxicos de la leucoencefalomalacia equina (ELEM).

## Discusión

El conjunto de los fenómenos climáticos presentes durante 2012, se caracterizaron por lluvias favorecidas por el paso de 19 sistemas frontales, generando de julio a septiembre la acumulación de 420.5 mm de lluvia a nivel nacional; la disminución de lluvias no fue uniforme y se presentó con mayor énfasis en una amplia región de la costa



**Figura 1.** Lesiones macroscópicas del cerebro obtenido del caballo que presentó el cuadro clínico de leucoencefalomalacia equina (ELEM) durante el primer periodo de muestreo.



**Figura 2.** Lesiones microscópicas del cerebro obtenido del caballo que presentó el cuadro clínico de leucoencefalomalacia equina (ELEM).

sur del país, desde Jalisco y Colima hasta Oaxaca y Chiapas, resultando más cálida de lo normal (Servicio Meteorológico Nacional, 2012). Estas condiciones pudieron ocasionar la gran variación y concentración de FBs encontrada en las muestras de rastrojo de maíz. Existen diversas investigaciones respecto a la incidencia de hongos toxigénicos y micotoxinas en alimentos e ingredientes destinados a la alimentación equina en países Latinoamericanos como Brasil y Argentina, las micotoxinas detectadas fueron principalmente aflatoxina B<sub>1</sub> (AFB<sub>1</sub>) y fumonisina B<sub>1</sub> (FB<sub>1</sub>); los niveles en las muestras de alimento completo o balanceado fueron de 1 a 99 mg/kg de AFB<sub>1</sub> y de no detectable a 8.5 mg/kg de FB<sub>1</sub> (Keller *et al.*, 2007, 2008). En México existen pocos estudios relacionados con alimentos destinados a equinos; siendo principalmente en ingredientes destinados a especies productivas. Los niveles de FBs reportados en rastrojo de maíz destinado a bovinos en la región de Tepatitlán, Jalisco fueron de 0.0 - 1.96 mg/kg en el 68% de las muestras procedentes de maíz forrajero blanco y amarillo (Arias *et al.*, 2011), en tanto que en otro estudio realizado en dicha región la evaluación de ensilado de maíz mostro niveles bajos de FBs (rango 0.1 a 0.7 mg/kg) durante los meses de enero a octubre de 2006 (Reyes *et al.*, 2008).

La presentación del síndrome de ELEM está principalmente asociada al consumo de raciones a base de maíz blanco o amarillo, así como a subproductos derivados de este cereal contaminadas con FBs (D'Mello *et al.*, 1999; Shephard, 2008). La Organización Mundial de la Salud estima que el 59% de maíz y sus subproductos están contaminados con FBs (Hascheck *et al.*, 2001). En otro estudio realizado con raciones completas se demostró la presencia de FBs en el 40% de las muestras (70/176 muestras); en

dicho estudio el 22% de las muestras evaluadas estaban contaminadas con más de un tipo de micotoxina. Es importante mencionar que el alimento destinado a equinos no sólo presenta contaminación por FBs, por lo general se presentan diferentes micotoxinas, lo que involucra sinergismos y potenciación de los efectos tóxicos. Liesener *et al.* (2010) detectaron en Alemania la presencia de varias micotoxinas en raciones comerciales para caballos, que incluyeron alimentos concentrados, peletizados, maíz, avena y cebada. Encontraron que todas las muestras analizadas estaban contaminadas con deoxinivalenol (DON), toxina T-2 y toxina HT-2. Los niveles de micotoxinas producidas por especies de *Fusarium* fueron en general bajos, alcanzando 5 mg/kg de DON sólo en algunas muestras de maíz; 94% de las muestras estuvieron contaminadas con FB<sub>1</sub> y ZEA, sin embargo, los niveles más altos se detectaron en muestras de maíz y alimento peletizado con alta concentración de maíz.

## Conclusiones

Se concluye que existe un riesgo latente a la exposición a FBs en caballos de las regiones centro y suroeste que puede ocasionar la muerte de caballos y que varía dependiendo de las condiciones climatológicas que prevalezcan durante el cultivo de maíz. Aún deben realizarse más estudios sobre la presencia natural de las micotoxinas como las FBs en el ecosistema equino y deben buscarse métodos de conservación eficientes durante el procesamiento y almacenamiento de alimentos que ayuden a prevenir la contaminación, reducir las pérdidas en la producción, y a evitar el riesgo que las micotoxinas implican para la salud animal.

## Referencias bibliográficas

- Arias S., S. Patricio, M. Theumer, H. Rubinstein, W.P. Reyes 2010. Ocurrencia natural de fumonisinas en rastrojo de maíz procedente de diferentes variedades e híbridos en el estado de Jalisco. Semana de la Investigación Científica CUCBA 2010.
- D'Mello, J. P., C.M. Placinta, A.M. Macdonald. 1999. *Fusarium* mycotoxins: a review of global implications for animal health, welfare and productivity. *Animal Feed Science Technology* 80: 183-205.
- Keller, K.M., B.D. Queiroz, J.M.M. Ribeiro, L.R. Cavaglieri, M.L. González, C.M. Pereyra, A.M. Dalceros y C.A. Rosa. 2007. The mycobiota and toxicity of equine feeds. *Veterinary Research Commun.* 31:1037-1045.
- Keller, K.M., L.A.M. Keller, B.D. Queiroz, A.A. Oliveira, T.X. Almeida, A.C. Marassi, M.L. González, L.R. Cavaglieri, A.M. Dalceros, and C.A. Rosa, 2008. Study on the mycobiota and mycotoxins of comercial equine feed in Rio de Janeiro, Brazil. *Ver. Bráz. Med. Vet.* 30:224-229.
- Liesener, K., V., Curtui, R. Dietrich, E. Märthlbauer. and E. Usleber. 2010. Mycotoxins in horse feed. *Mycotoxin Research* 23:26-30.
- Reyes-Velázquez, W.P., E.V.H. Isaías, F. Rojo, C. Jimenez, A. Ramírez 2008. Occurrence of fungi and mycotoxins in corn silage, Jalisco State, Mexico. *Revista Iberoamericana de Micología.* 25:182-185
- Sánchez, S.M.R. 1987. Estudio anatomopatológico de tres casos de Leucoencefalomalacia en Equinos. Tesis de Licenciatura de la Fac. De Medicina Veterinaria y Zootecnia de la U.N.A.M 16-25.
- Shephard G.C. 2008. Impact of mycotoxins on human health in developing countries. *Food Additives and Contaminants.* 25(2): 146–151.

**e-Cucba** es una revista internacional en línea, que publica artículos en cualquier aspecto de las Ciencias Naturales, Ciencias Aplicadas y Tecnología y que son sometidos a revisión por pares antes de su aceptación. Considera documentos sobre: Geociencias, Paleontología, Ciencias Biológicas, Botánica, Zoología, Tecnología y ciencias aplicadas, Ciencias médicas, Ingeniería y operaciones afines, Agricultura, Ganadería, Ciencias Florestales, Ciencia de los alimentos y tecnologías afines. Para los documentos que comprendan 60 páginas o más en la revista, se publicarán en un número especial y se le asignará además, un ISBN.

**e-Cucba** no tiene ningún costo por página y es una publicación de acceso libre. Todos los textos serán sometidos a revisión por dos o más árbitros anónimos antes de ser aceptados. **e-Cucba** pretende publicar cada documento en un plazo de seis meses después de la aceptación por parte de los editores. Para hacer esto posible, se aconseja en la preparación de su manuscrito leer con cuidado la información para los autores y consultar los números más recientes de **e-Cucba** en: <http://e-cucba.cucba.udg.mx>



## Consejo Editorial del Cucba 2013-2016

Salvador Mena Munguía  
Salvador González Luna  
Servando Carvajal  
Florencio Recendiz Hurtado  
Daniel Ortuño Sahagún  
Eduardo Ríos Jara  
Rogelio Lépiz Ildefonso  
Agustín Gallegos Rodríguez  
Elisa Cabrera Díaz  
Margarita Hernández Gallardo