

# Otohematoma equino y su abordaje quirúrgico

<sup>1</sup>Rubén Anguiano Estrella, <sup>2</sup>Claudia Nayeli Anguiano Sevilla y <sup>3</sup>Annel Karina Romero García

<sup>1</sup> División de Ciencias Veterinarias, Departamento de Producción Animal, Cels: 3336677803, 3331999956, e-mail: rubenan-guianomsc@gmail.com

<sup>2</sup> División de Ciencias Veterinarias, Departamento de Producción Animal, Cel: 3331286531, e-mail: c.anguianosevilla@gmail.com

<sup>3</sup> Centro Universitario del Sur, Universidad de Guadalajara, Cel: 6122209769, e-mail: annelkrg\_93@hotmail.com

## Resumen

La presente investigación reporta una patología que afecta el pabellón auricular de los equinos conocido como "Otohematoma, Otoserohematoma, Hematoma auris o pseudoquistes auricular" la cual se caracteriza por la acumulación de sangre y fluido seroso localizado a nivel subcondral, intracondral y pericondral afectando primordialmente la superficie cóncava aunque llega a presentarse en ambos lados. Se desconocen las causas precisas del padecimiento, pero nuestras investigaciones y observaciones de múltiples apuntes a un origen asociado a la infestación por garrapatas, traumas cerrados que generan rupturas de vasos sanguíneos y ácaros y se complica por terapias iatrogénicas que generan infecciones bacterianas secunda-

## Otohematoma equine and its surgical approach

rias. Se describe la caracterización signológica, el método quirúrgico utilizado en su tratamiento, el cual es aplicado en pequeñas especies y en pacientes humanos ya que en la especie equina no conocemos referencia documentada de esta enfermedad. Se describen los resultados satisfactorios obtenidos cuando los pacientes son intervenidos oportunamente, así como terapia post quirúrgica, los resultados de los exámenes histopatológicos y bacteriológicos concluyendo que el conocimiento de la técnica quirúrgica utilizada permitirá a practicantes y cirujanos de equinos una alternativa de curación para sus pacientes equinos.

**Palabras clave:** Otoserohematoma, Otohematoma auris, coágulos fibrinosos, abatimiento auricular, pina.

## Abstract

The present investigation reports a pathology that affects the pinna of the equines known as «Otohematoma, Otoserohematoma, Hematoma auris or auricular pseudocyst» which is characterized by the accumulation of blood and serous fluid located at the level of

the subchondral, intracondral and pericondral affecting primarily the concave surface; although, can occur on both sides. The exact cause of this condition is unknown; however, our research and multiple observations indicate that its origin is associated with tick's infestation, enclosed trauma that generate ruptures of blood vessels and mites, and is complicated by iatrogenic therapies that generate secondary bacterial infections. The characteristic symptoms are described, and the surgical procedure used in its treatment, which applies to small species and human patients. There are no reports of this disease in the equine specie. We describes the satisfactory results obtained when patients are intervene on a timely manner, as well as post-surgical therapy, the results of the histopathological and bacteriological tests concluding that the knowledge of the surgical technique used will allow practitioners and surgeons of horses an alternative healing for their equine patients.

**Keywords:** Otoserohematoma, Otohematoma auris, fibrous blood clots, abatement, pinna.

## Introducción

El oído externo consta de dos partes, la oreja y el meato acústico externo que es el conducto que va desde la base de la oreja a la membrana timpánica. El oído externo (Auris externa) de los equinos comprende una armazón de cartílagos que son elásticos, el integumento y una complicada disposición

de 19 músculos todos voluntarios (Sisson & Grossman 1965, Budras et al 2009). El cartílago conchal o cartílago del pabellón auricular determina la forma de la oreja. El cartílago anular rodea la apófisis acústica externa y forma con la parte inferior del cartílago conchal la porción cartilaginosa del conducto auditivo externo y el cartílago escutiforme se encuentra del cartílago conchal en el musculo temporal. El integumento que reviste la cara delante de la base cóncava se adhiere íntimamente al cartílago y tres o cuatro crestas cutáneas que se extienden paralelas al cartílago conchal. Por su caracterización anatómica y localización, el oído externo es vulnerable a sufrir lesiones traumáticas (Enríquez MJ et al. 2003). El otohematoma lo describió por primera vez Hartmann en humanos en 1866 y es una entidad clínica frecuente en humanos y en pequeñas especies y relativamente frecuente en los equinos. El otohematoma es una patología desconocida por la inmensa mayoría de practicantes y especialistas en equinos.

El otohematoma también llamado osteoserohematoma, pseudoquiste auricular, hematoma auris o hematoma aural se define como la acumulación de sangre y fluido seroso en el plano entre el pericondrio y el cartílago conchal (Zarate MJ & Medina A 2000) y se produce generalmente por traumas por traumas contundentes al golpear el pabellón contra el suelo o bien por traumas compresivos (Arciales en la oreja) o mordeduras por otro caballo, aunque la mayoría de las veces el causal preciso es idiopático. Los traumatismos producen fuerzas de cizallamiento y estallamiento vascular que alteran la adhe-

rencia natural que existe entre el pericondrio, el cartílago y el integumento lo que propicia que entre estas estructuras se acumule sangre y fluido seroso; una vez producido el daño se inicia la formación de fibroneocartilago en los días siguientes (O'Donell BP & Eliezri YD 1999). La separación entre el pericondrio y el cartílago puede ocasionar necrosis y por ende pérdida de la base cartilaginosa que da forma a la pina así como engrosamiento y deformación de tejidos blandos lo que genera lo que coloquialmente conocemos como orejas gachas en los equinos y orejas de coliflor o luchador en los humanos.

En términos clínicos se distinguen por un aumento de volumen, edema, eritema, dolor severo a la palpación, sacudidas frecuentes de la cabeza o cabeza ladeada, fiebre, malestar general y algunas veces salida de material serohemático o seropurulento.

### **Materiales y Métodos**

Se realizaron dos intervenciones quirúrgicas para eliminar el Otohematoma, prevenir su recurrencia y conservar la apariencia natural de la oreja (reducción del engrosamiento y tejido cicatrizal) y por ende el abatimiento del pabellón (oreja gacha). El procedimiento que fue utilizado comprende la incisión de los tejidos superpuestos al hematoma, evacuación del coagulo sanguíneo, fibrina y mantenimiento del cartílago en aposición con suturas hasta que se forme el tejido cicatrizal. El hematoma deberá ser intervenido tan pronto como aparezca de preferencia en los primeros días. El tratamiento quirúrgico utilizado consistió en hacer una inci-

sión recta o en “S” sobre la superficie cóncava del pabellón auricular y exponer el hematoma y su contenido de extremo a extremo removiendo el coagulo fibrinoso e irrigando intensamente la cavidad. Se aplicaron suturas en la cara cóncava del pabellón auricular sobre la piel y cartílago subyacente paralelas a los vasos auriculares (Verticales). Las suturas son colocadas a través del cartílago sin incorporar el tegumento sobre la superficie convexa aplicando un número importante de puntos en patrón simple separado para eliminar huecos o bolsas que puedan almacenar líquidos exudados tendiendo cuidado de no ligar las ramas de la Arteria auricular caudal que son visibles sobre la superficie convexa de la oreja. La incisión cutánea fue suturada con el objeto de no bloquear el avenamiento. El material de sutura utilizado es de monofilamento (Nylon o polipropileno) calibre 3-0. Finalmente se aplica un cicatrizante sobre la incisión y la colocación de apósitos es opcional. La atención post-operatoria incluyo la limpieza diaria de la herida con solución electrolizada de superoxidación al 0.002% de Cl activo.

La aplicación de antibióticos sistémicos durante 5 días, así como antiinflamatorios no esteroideos y esteroideos. Los puntos de sutura fueron retirados a los 10 días de la intervención.

### **Resultados**

Como resultado del procedimiento quirúrgico se obtuvo una evolución rápida y favorable que incluye el control del dolor, el edema y la mejoría del estado general lo cual marca diferencia considerable con el tratamiento tra-

dicionalmente utilizado como punciones, infiltraciones con esteroides y terapias antibióticas sistémicas que generan una evolución prolongada de meses que siempre termina con la deformación permanente de la oreja.

### **Discusión**

El Otoserohematoma en los equinos es un padecimiento complejo que resulta desconocido para la gran mayoría de los especialistas y practicantes de equinos en los cuales abordan el tratamiento de forma simple e ineficiente con resultados nada tolerables que generan complicaciones mayores en las que se incluyen contaminación bacteriana secundaria, evolución y resolución muy tardía que prolonga el sufrimiento de los pacientes hace muy costoso el tratamiento. Invariablemente culmina con la tumefacción, deformación y fibrosis de la oreja que produce abatimiento sobre la cara cóncava del pabellón reduciendo también la capacidad protectora del cartílago conchal sobre el meato acústico externo lo que afecta la audición al reducirse o bloquearse la transmisión del sonido por el meato hacia la membrana timpánica.

La opción quirúrgica utilizada aquí descrita ofrece resultados rápidos y efectivos que previenen las recidivas o recurrencias, controlan el malestar y reducen en forma extraordinaria el tiempo y costo de la terapia. Es muy importante considerar que el abordaje quirúrgico debe realizarse al inicio del procedimiento con el objeto de obtener mejores resultados y sobre todo prevenir la deformación y fibrosis de la oreja. Es importante mencionar que la gran mayoría

de los pacientes tratados son recibidos con otohematomas crónicos e infectados por *Streptococos* y *Pseudomonas* derivadas de tratamientos erróneos previamente practicados. Aunque no siempre se conoce la etiología del otohematoma equino nuestras observaciones clínicas apuntan a factores traumáticos, infecciosos o parasitarios que producen rupturas y afectan las numerosas vénulas y arteriolas auriculares que perforan el cartílago auricular y emergen en la superficie cóncava generando la acumulación de coágulos y seromas que se alojan entre el cartílago y el pericondrio y bajo la piel.

### Conclusiones

1. El otohematoma equino es un padecimiento casi desconocido para los especialistas y practicantes de equinos por lo que es tratado siempre con procedimientos erróneos que lo complican.
2. El otohematoma debe ser tratado en formas oportunas para evitar la deformación del cartílago y la consecuente caída de la oreja.
3. El abordaje quirúrgico rápido practicado resulta eficiente al eliminar el coágulo y seroma y controlar el dolor y tiene una evolución rápida, previene recurrencias y preservan la morfología del pabellón auricular.
4. El otohematoma puede ser considerado una manifestación de maltrato animal.

### Literatura citada

- Budras Klaus-Dieter, W.O. Sack, Sabine Rock. 2009. *Anatomy of the Horse*. Schlutersche, Alemania. 199 pp. [ISBN-978-3-89993-044-3].
- Enríquez MJ, AL De Alba, AMC Lemm 2003. Otohematoma. Manejo quirúrgico de un caso. *Rev Cent Der-*

- matol Pascua*. 12(3): 151-153. [Online].
- O'Donnell BP, YD Eliezri. 1999. The surgical treatment of traumatic hematoma of the auricle. *Dermatol Surg* 19(1) 11-14. [Online].
- Sisson Septimus, James Daniels Grossman. 1965. *Anatomía de los animales domésticos. Tomo 1*. Salvat editores, Barcelona, España. 364 pp. [ISBN-10: 0721641024].
- Zarate MJ, Medina A. 2000. Dermatitis más frecuentes del pabellón auricular. Tesis de posgrado. UNAM, México.

# Uso potencial de algas marinas presentes en el litoral de Jalisco, México

<sup>1</sup>Tania Isabel Nuño Romo, Ildefonso Enciso Padilla<sup>1</sup>, Rosalba Mireya Hernández Herrera<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ecología,  
<sup>2</sup>Departamento de Botánica y  
Zoología, Centro Universitario  
de Ciencias Biológicas y Agro-  
pecuarias, Universidad de Gua-  
dalajara. Calle Ramón Padilla  
Sánchez 2100, Col. Nextipac, Za-  
popan, Jalisco, 45110. México.

\*Autor para correspondencia:  
Rosalba Mireya Hernández He-  
rrera, rosalmir@yahoo.com

## Abstract

Seaweed is a resource with abundant bioactive compounds, which have received great interest in recent years. Proteins, carbohydrates, amino acids, vitamins, hormones, minerals, and other compounds of brown, red and green algae have a broad spectrum of properties as functional food, in medicine, cosmetics and plant growth biostimulant. In the country, the systematic studies on nutrition and chemistry of natural bioactive compounds are deficiency to provide scientific data to support its use as a functional food, medicine, cosmetics and biofertilizers. This review considers the potential use of marine algae present in the coast of Jalisco through (i) collections and the registration of species present in the region and (ii) based on previous investigations of the use of marine

## Potential use of marine algae present in the litoral of Jalisco, México

algae that show their composition and properties for phenotyping the biological effectiveness of marine algae in the 20 localities of the Jalisco coast. This type of research is essential for future Mexican industries to develop effective strategies for the use of marine algae.

**Keyword:** Seaweeds, Jalisco, uses, food, medicine, cosmetics, agriculture.

## Resumen

Las algas marinas son un recurso con abundantes compuestos bioactivos, las cuales han recibido gran interés en los últimos años. Las proteínas, carbohidratos, aminoácidos, vitaminas, hormonas, minerales, y otros compuestos de las algas pardas, rojas y verdes poseen un amplio espectro de propiedades como alimento funcional, en terapéutica, cosmética y como bioestimulante del crecimiento en

plantas. En el país existe una deficiencia en los estudios sistemáticos sobre nutrición y química de los compuestos bioactivos naturales, que proporcionen datos científicos para respaldar su uso como alimento funcional, medicina, cosmética y biofertilizantes. Esta revisión considera el potencial uso de algas marinas presentes en la costa de Jalisco mediante (i) colectas y el registro de especies presentes en la región y (ii) basándose en investigaciones previas del uso de las algas marinas realizadas en otros países que evidencian su composición y propiedades para fenotipar la eficacia biológica de las algas marinas en las 20 localidades de la costa de Jalisco. Este tipo de investigación es esencial para que las futuras industrias mexicanas desarrollen estrategias efectivas para el uso de algas marinas.

**Palabras clave:** Algas marinas, Jalisco, alimento, medicina, cosmética, agricultura.

## Introducción

Las algas marinas son organismos extraordinariamente variables, heterogéneos y complejos que difieren notablemente en forma, tamaño, estructura celular, composición química y hábitats. El concepto de “macroalgas” se ha aplicado preferentemente a aquellas algas marinas bentónicas, multicelulares y macroscópicas, que agrupan en tres grandes Divisiones: Chlorophyta (algas verdes); Heterokontophyta (algas cafés o pardas); y Rhodophyta (algas rojas). La mayoría de las especies que integran estos grandes grupos se desarrollan principalmente

en hábitats marinos, como son la zona intermareal y submareal en donde crecen adheridas a una gran variedad de sustratos, como son los rocosos, arenosos, coralinos, inclusive sobre conchas de moluscos y tortugas marinas (Enciso-Padilla 2005; Hamed *et al.* 2017).

México tiene una gran diversidad de ficoflora marina, sin embargo, la recolección y utilización de algas se mantiene por debajo de su potencial. Hasta ahora, los estudios sobre algas marinas en México se han enfocado en investigaciones de muestreo, taxonomía, explotación y cultivo de algas económicamente importantes como *Chondracanthus canaliculatus* y *Kappaphycus alvarezii*, *Gelidium robustum* y *Macrocystis pyrifera* (DOF 2012).

Desde un punto de vista nutricional, las algas son muy interesantes por su alto contenido en fibra alimentaria (33-50% peso seco), por ser una fuente importante de proteínas (café, 5-24 %; rojas y verdes, 10-47 %) (Mohamed, Hashim y Rahman 2012) y minerales (8-40 %), y por su bajo contenido lipídico (1-2 %) (Rupérez y Saura-Calixto 2001).

Así mismo, las macroalgas marinas se consideran una excelente fuente de compuestos bioactivos con aplicación en la medicina ya que tienen una amplia gama de actividades biológicas incluyendo antioxidantes (Osuna-Ruiz *et al.* 2016), antibacteriano (Bouhlal *et al.* 2010; Singh y Chaudhary 2010), antifúngico (de Felício *et al.* 2010), antiviral (Bouhlal *et al.* 2010; Bouhlal *et al.* 2011), antinematodal (Baloch *et al.* 2013), antiobesidad (Lee *et al.* 2011) y anticancerígenos (Vishchuk *et al.* (2011).

La industria cosmetológica utiliza los ficocoloides de las algas para la elaboración de una gran cantidad de productos, particularmente en cremas para la cara, manos, cuerpo o lociones. Esto generalmente se refiere a la utilización de ficocoloides (polisacáridos extraídos de la pared celular como el agar, el ácido algínico y los carragenanos en el producto, que proporcionan una textura suave y untosa) como agente gelificante o moderador de la textura en diferentes formas cosméticas (Viscasillas y Del Pozo 2005).

En la agricultura también han sido utilizados los extractos de algas marinas, como acondicionadores del suelo para mejorar la productividad de los cultivos (Newton 1951; Booth 1969; Abdel-Raouf *et al.* 2013). Asimismo, se ha confirmado que los polisacáridos extraídos de algas marinas se usan como perfectos quelantes de iones metálicos. Además, se ha informado que estos polisacáridos son ricos en grupos funcionales que tienen la capacidad para unir a algunos microelementos con valor importante como nutrientes vegetales (Kaplan *et al.* 1987). Además los extractos de algas marinas son conocidos como estimulantes del crecimiento de plantas. Se han aplicado por aspersión foliar y al sustrato para mejorar el crecimiento de la planta en condiciones extremas de congelación, sequía y alta salinidad, también las plantas tratadas con extractos de algas marinas han mostrado una notable resistencia a enfermedades causadas por hongos, bacterias y virus. Además mejoran el rendimiento y la productividad de varios cultivos (Norrie y Keathley 2006; Gajc-Wolska *et al.* 2013; Sharma *et al.* 2014).

Las evidencias hasta ahora conocidas sobre las actividades potenciales de los extractos de las algas marinas, las hace un foco de atención para realizar investigaciones de este tipo en nuestro país, donde existe un gran número de especies a lo largo de los litorales, lo cual representa un recurso potencial para ser explotado (Rebours *et al.* 2014). En el estado de Jalisco existe poca información referente al tema, por lo que el objetivo de este artículo es contribuir a un mayor conocimiento sobre el uso potencial de las especies presentes en la región, con base en el conocimiento previo sobre los principales categorías de los usos y sus modos de acción.

### Materiales y métodos

Para obtener la información de las macroalgas con algún uso potencial en las diferentes industrias y que se encuentran presentes en el litoral de Jalisco, se hizo a través de tres fuentes: búsqueda bibliográfica, revisión de ejemplares de herbario y revisión de base de datos con los registros de las algas marinas depositadas en la Sección Ficológica del Laboratorio de Ecosistemas Marinos y Acuicultura (LEMA), del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad de Guadalajara. Una vez revisada la información de las fuentes arriba citadas, se determinaron los principales usos y/o aplicaciones que han tenido las macroalgas en diferentes partes del mundo. Además, realizó una base de datos en donde se integró la información acerca de las especies algales recolectadas en los últimos 20 años (1997-2017), su uso potencial de acuerdo a la información recabada, localidad en donde se recolectó la especie y los

datos ecológicos de la misma.

### Resultados y discusión

Se revisaron un total 1,288 ejemplares herbóricados depositados en el LEMA, producto de recolectas de los últimos 20 años que se han realizado a lo largo del litoral de Jalisco. Y a través de la revisión de 50 artículos científicos en los cuales se hace referencia al uso y/o aplicación de las macroalgas (Cuadro 1), se determinaron cuatro usos y/o aplicaciones de las macroalgas: alimento (humano y animal), en la medicina, industria cosmetológica y en la agricultura.

Cuadro 1. Localidades de la costa de Jalisco que presentan algas marinas con uso potencial.

Localidad	Coordenadas geográficas
1. Isla Isabel	21°50'55"N 105°52'56"O
2. Isla Marietas	20°39'57"N 105°34'34"O
3. El playón de Mis-maloya	20°31'08"N 105°17'27"O
4. Yelapa	20°29'27"N 105°26'32"O
5. El Chimo	20°26'41"N 105°34'14"O
6. Corrales	20°22'36"N 105°40'15"O
7. Mayto	20°14'56"N 105°34'47"O
8. Tehuamixtle	20°12'48"N 105°33'09"O
9. Chalacatepec	19°39'50"N 105°15'43"O
10. Punta Perula	19°35'59"N 105°09'17"O
11. Isla Don Claro	19°35'31.64"N 105°09'02.48"O
12. Isla cocinas	19°32'36"N 105°06'20"O
13. Chamela	19°29'34"N 105°04'25"O
14. Careyes	19°26'15"N 105°01'51"O
15. El Tamarindo	19°19'15"N 104°43'20"O
16. Tenacatita	19°15'01"N 104°52'08"O
17. La Calechosa	18°13'58"N 104°44'01"O
18. Playa el Tecúan	19°46'18"N 104°21'35"O
19. Coastecomates	19°13'22"N 104°43'47"O
20. Barra de Navidad	19°10'42"N 104°40'44"O

Cuadro 2. Especies presentes en el litoral del Estado de Jalisco con uso potencial.

Usos			
Alimento	Medicina	Agricultura	Cosméticos
<b>CHLOROPHYTA</b>			
<i>Caulerpa sp.</i> (23) <i>Chaetomorpha bangioides</i> (23) <i>Chaetomorpha sp.</i> (23) <i>Enteromorpha sp.</i> (23,34) <i>Ulva lactuca</i> (2, 3, 17, 18, 44) <i>Ulva californica</i> (4, 18, 23, 32) <i>Ulva sp</i> (4, 18, 23, 32)	<i>Caulerpa sertularioides</i> (16, 45) <i>Caulerpa racemosa</i> (6,12, 22) <i>Caulerpa mexicana</i> (5, 11, 46) <i>Caulerpa sp.</i> (5, 20) <i>Chaetomorpha antennina</i> (8, 9, 35) <i>Enteromorpha chlatrata</i> (36) <i>Enteromorpha sp.</i> (22, 23) <i>Halimeda tuna</i> (6) <i>Halimeda discoidea</i> (37) <i>Ulva lactuca</i> (20) <i>Ulva dactylifera</i> (1) <i>Ulva expansa</i> (16) <i>Ulva sp.</i> (5, 19, 23, 24)	<i>Caulerpa sertularioides</i> (38) <i>Chaetomorpha antennina</i> (7, 10) <i>Halimeda sp</i> (23) <i>Ulva lactuca</i> (38, 43)	<i>Ulva lactuca</i> (47)
<b>RHODOPHYTA</b>			
<i>Gelidium sp</i> (18, 23) <i>Hypnea spinella</i> (49)	<i>Amphiroa sp</i> (21) <i>Gelidium sp.</i> (5, 15, 21,23) <i>Hypnea spinella</i> (21) <i>Jania tenella</i> (21)		<i>Gelidium sp</i> (47)
<b>HETEROKONTOPHYTA</b>			
<i>Dictyota sp</i> (23) <i>Padina sp</i> (23, 32) <i>Sargassum sp</i> (15, 23, 26, 40, 41, 42)	<i>Dictyota divaricata</i> (14) <i>Dictyota bartayresiana</i> (49) <i>Dictyota cervicornis</i> (13) <i>Dictyota sp.</i> (20) <i>Padina crispata</i> (37) <i>Padina pavonica</i> (30, 33) <i>Padina gymnospora</i> (29) <i>Padina durvillaei</i> (31) <i>Padina mexicana</i> (1) <i>Padina sp.</i> (22) <i>Sargassum liebmannii</i> (27) <i>Sargassum howellii</i> (27) <i>Sargassum sp.</i> (5, 15, 23) <i>Zonaria farlowill</i> (25)	<i>Dictyota dichotoma</i> (48) <i>Padina vickersiae</i> (38) <i>Padina gymnospora</i> (38) <i>Sargassum liebmannii</i> (28, 38) <i>Sargassum sp</i> (15, 23, 39)	

Referencias: 1. Muñoz *et al.* (2010), 2. Ortiz *et al.* (2006), 3. Abdel-Wahab *et al.* (2016), 4. Caceres y Ojeda (2000), 5. Rios *et al.* (2009), 6. Mtolera y Semesi (1996), 7. Vimaladevi *et al.* (2009), 8. Thanigaivel *et al.* (2014), Ravikumar *et al.* (2011), 10. Anand *et al.* (2009), 11. Oliveira *et al.* (2011), 12. Ghosh *et al.* (2004), 13. Gomes *et al.* (2009), 14. König *et al.* (1991), 15. Ortega *et al.* (1997), 16. Osuna *et al.* (2016) 17. Aguilar *et al.* (1988), 18. Espinoza (1995), 19. Ganovsk *et al.* (1979) ,20. Awad (2000), 21. Enciso y Serviere (2000), 22. Bhakuni y Rawat (2005), 23. Bula (1989), 24. Bansemir *et al.* (2006), 25. De Lara-Isassi (1991), 26. Casas-Valdez *et al.* (2006), 27. Hernández (1993).

De la revisión de los ejemplares de herbario en el litoral de Jalisco se encontraron 30 especies con algún uso potencial (Cuadro 2).

De estas 30 especies, las que tienen un mayor uso en las diferentes aplicaciones son la división Heterocontophyta con 14 especies; seguida las Chlorophyta, con 12; y finalmente las Rhodophyta con 4 especies. Los porcentajes para cada división se muestran en la Figura 1.

Asimismo, se encontró que la mayoría de las algas presentes en el litoral de Jalisco tienen un gran potencial en la industria médica, seguida de la industria de los alimentos, de la agricultura y, en menor porcentaje de la industria cosmética (Figura 2).

Con respecto al uso de especies de algas por División, se encontró que tanto Chlorophyta (12), Heterocontophyta (12) y Rhodophyta (3) son utilizadas como alimento y en medicina, mientras que en la industria cosmética solo encontramos especies de la División Chlorophyta (2) y Rhodophyta (2); en la agricultura especies de División Chlorophyta (4) y Heterocontophyta (3) (Figura 3).

**Algas usadas como alimento humano y animal**

En el litoral de Jalisco se reporta un total de 10 especies de algas con potencial como alimento humano y animal. Destacan los géneros *Ulva* y *Caulerpa*, enfocándonos especialmente en las especies de *U. lactuca* y *C. racemosas* conocidas comúnmente como “lechuga de mar” y “caviar de mar”. En trabajos se ha destacado sus propiedades nutritivas y saludables y su poten-

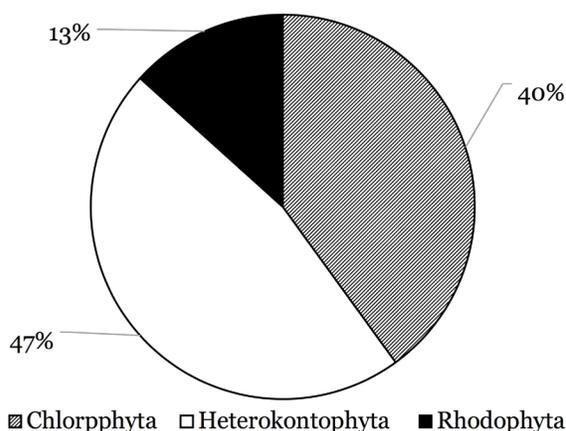


Figura 1. Porcentaje de especies por división con uso potencial en el litoral de Jalisco.

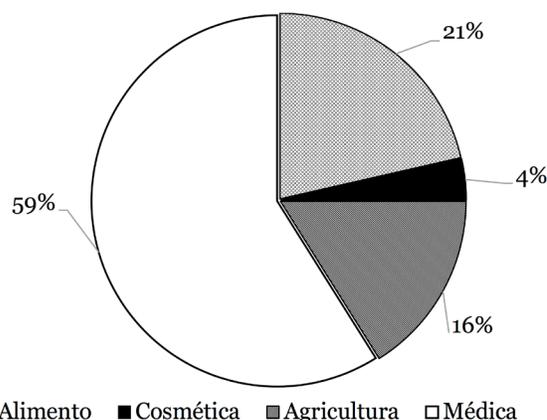


Figura 2. Porcentaje de especies presentes en el litoral de Jalisco de acuerdo a los usos en las diferentes industrias.

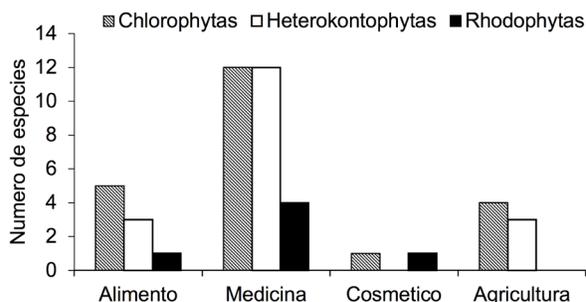


Figura 3. Número de especies por división con uso potencial en el litoral de Jalisco.

cialidad como ingrediente funcional (Hong *et al.* 2007). De igual manera los géneros de algas rojas *Hypnea* y *Gracilaria* tienen gran contenido de proteína cruda y pueden usarse en la formulación de alimento, así como también en suplementos alimenticios (Mwalugha *et al.* 2015). En cuanto a las algas pardas *Dictyota*, *Padina* y *Sargassum*, estos géneros son una buena fuente de minerales, carbohidratos y algunos aminoácidos esenciales como arginina, triptófano y fenilalanina. También ricos en carotenoides y vitaminas. (Casas-Valdez *et al.* 2006). El género *Sargassum* seco y molido como harina se ha incorporado como ingrediente de alimento para animales, debido a la gran cantidad de Na y K contenido en el (Forbes 1995).

En México existe una tradición antigua de consumo humano directo de algas marinas endémicas en comunidades costeras, las cuales traen beneficios a la salud de quienes las consumen, esto se debe a que las algas marinas contienen altas cantidades de polifenoles, pigmentos, fibras dietéticas, carbohidratos, proteínas, aminoácidos, minerales y vitaminas (López-Hidalgo *et al.* 2017). La disponibilidad de algas marinas para alimento humano y animal, se ha incrementado en el país debido a la producción de harinas que consiste en polvo seco reducido a un polvo fino (McHugh 2003).

#### ***Algas usadas en la medicina***

Actualmente la búsqueda de compuestos con actividad biológica en los organismos marinos, particularmente en las macroalgas, ha interesado a un mayor número de investigadores. Sin embargo, los trabajos de aislamiento de

dichas sustancias son escasos y la investigación sobre la posibilidad de que éstos sean utilizados como medicamentos con aplicación específica para el hombre es aislada. En México se ha estudiado a las algas como fuentes de compuestos bioactivos en general, principalmente en especies del Golfo de México y del mar Caribe, lo que incluye los litorales de los estados de Campeche, Quintana Roo, Yucatán, Tabasco, Veracruz y Tamaulipas (de éstos predominan los reportes para especies de la Península de Yucatán) por los trabajos De Lara-Issasi *et al.* 1989, De Lara-Issasi 1991; De Lara-Isassi y Ponce-Márquez 1991. En la localidad muestreada se reporta un total de 27 algas con potencial para su uso en la medicina. 13 algas verdes, 10 pardas y 4 rojas. Las algas *Caulerpa sertularioides*, *C. racemosa*, *Chaetomorpha antennina*, *Enteromorpha* sp., *Halimeda discoidea*, *Ulva lactuca*, *Padina crispata*, *P. durvillaei*, *Sargassum liebmanni*, *Amphiroa* sp, *Hypnea spinella* y *Jania tenella* han mostrado servir como una alternativa en el tratamiento en contra de cepas bacterianas resistentes a los antibióticos comerciales. La actividad antibacteriana encontrada en los extractos crudos fue potente, si se compara con la de antibióticos comerciales. Los extractos acetonicos presentaron actividad antibacteriana, lo que indica que los metabolitos responsables son solubles en este solvente y comprenden principalmente compuestos fenólicos, ácidos grasos y lípidos no saponificables (Srinivasa y Parekh 1981).

#### ***Algas usadas en la cosmética***

Se registraron dos especies, el alga roja

*Gelidium* sp., y el alga verde *Ulva lactuca*, a partir de las cuales se extraen sustancias como el agar y los ulvanos, la clorofila, ficobilinas, carotenoides, vitamina A y C, las cuales actúan como moduladores de la textura de la piel, hidratantes y relajantes (Viscasillas y Del Pozo 2005). En un estudio previos realizados por Pacheco-Ruiz *et al.* 2002 sugiere que la explotación de *Ulva* puede ser posible en México, especialmente porque las bahías están libres de impacto humano. Sin embargo, las poblaciones de *U. lactuca* están sujetos a variaciones significativas en la biomasa de año a año, que es típico de otras algas en este región subtropical y se correlaciona con eventos ENSO. Además, todas las especies de algas (excepto algas coralinas) casi desaparecen en el verano, por lo que la recolección comercial de *Ulva* sería limitada a la primavera (Barilotti y Zertuche-González 1990).

#### ***Algas usadas en la agricultura***

En el litoral de Jalisco se identificaron ocho especies que tienen potencial como bioestimulante 4 algas de la división Chlorophyta y 4 algas de la división Heterokontophyta. Los extractos líquidos de *Caulerpa sertularioides*, *Ulva lactuca*, *Padina gymnospora* y *Sargassum liebmannii* ya han sido analizados como bioestimulantes del crecimiento, mostrando incrementos en la germinación y parámetros morfológicos de plantas de tomate (*Solanum lycopersicum*) y frijol mungo (*Vigna radiata*) (Hernández-Herrera *et al.* 2014, 2016). Las algas contienen muchos oligoelementos, minerales, proteínas, vitaminas y muchas sustancias bioactivas como una amplia variedad de reguladores del crecimiento

de plantas tales como auxinas y citoquininas en cantidades variables (Zhang y Ervin 2008).

Muchas especies de algas marinas, principalmente algas pardas, son ampliamente utilizadas en la agricultura como bioestimulantes de crecimiento de las plantas, biofertilizantes o potenciadores metabólicos (Hong *et al.* 2007). Los extractos de algas marinas pueden actuar aumentando el vigor y la vitalidad de las plantas debido a la presencia de varias sustancias bioactivas que son importantes para las plantas (Khan *et al.* 2009; Gupta *et al.* 2011). Además, pueden mejorar la absorción de nutrientes del suelo (Turan y Köse 2004). Se enlistan muchas ventajas de utilizar extractos de algas marinas en las plantas como: incrementos en la germinación de las semillas, en el desarrollo del sistema radicular, el aumento del área foliar, la calidad del fruto y el vigor de la planta (Hong *et al.* 2007; Rayorath *et al.* 2008; Khan *et al.* 2009; Craigie 2011; Vinoth *et al.* 2012a, b; Mattner *et al.* 2013; Vinoth *et al.* 2014). Además de esto, se ha encontrado que las plantas tratadas con extractos de algas tienen un mayor contenido de compuestos bioquímicos tales como clorofila, carotenoides, proteínas y  $\alpha$  y  $\beta$  amilasas (Zhang y Schmidt 2000; Thirumaran *et al.* 2009; Gireesh *et al.* 2011), También y se ha demostrado que las plantas tratadas adquieren más resistencia a los patógenos (Jayaraj *et al.* 2008; Vera *et al.* 2011; González *et al.* 2013, b; Hernández-Herrera *et al.* 2014a, b; Satish *et al.* 2015a, b; Ali *et al.* 2016).

#### **Conclusiones**

La investigación sobre los compuestos

activos en las algas marinas y su amplio espectro biológico se ha disparado en los últimos años. En México, es necesario realizar una evaluación con precisión para entender y elucidar claramente su mecanismo de acción, donde la relación entre estructura y función debe ser descifrada por estudios intensivos.

Se espera que esta revisión actualizada sobre las especies presentes en la región y su uso potencial contribuya de manera significativa a complementar los conocimientos previos, despertando el interés para futuras investigaciones.

Se necesita más investigación especialmente con el alga verde *Ulva lactuca* ya que destaca sobre el resto de las especies. Es una

especie que posee una amplia variedad de minerales y nutrientes que puede ser usada como alimento, también otros compuestos con actividad biológica que pueden ser usados en la medicina, cosmética y en la agricultura.

Otras especies de interés son también especies de los géneros *Sargassum* (con potencial como alimento, en la medicina y en la agricultura) y *Gelidium* (alimento, medicina y cosmética). Sin embargo, es necesario realizar más estudios sobre características estructurales así como experimentos in vivo para probar la viabilidad de uso con pocos efectos secundarios y con una cantidad de beneficios que podría potencialmente ser explotado para el uso de medicamentos complementarios y el manejo de enfermedades.

#### Literatura citada

- Abdel-Raouf, N., N.M. Al-Enazi, A.A. Al-Homaidan, I.B.M. Ibrahim, M.R. Al-Othman & A.A. Hatamleh. 2013. Antibacterial  $\beta$ -amyrin isolated from *Laurencia microcladia*. *Arabian Journal of Chemistry*. 8:32–37.
- Abdel, W.A., W. Adbel, M.I. Younis & N.A. Al-Asgah. 2016. Potential use of Green macroalgae *Ulva lactuca* as a feed supplement in diets on growth performance, feed utilization and body composition of the African catfish, *Clarias gariepinus*. *Saudi Journal of Biological Sciences* 23: 404–409.
- Águila, N., A. Gaspar, I. Enciso & M. Mora. 1998. Algas marinas de la costa de Jalisco. *Boletín del Instituto de Botánica. Universidad de Guadalajara* 5:507–51.
- Anand, G.E., S. Das, G. Arun, S. Balamurugan & R.R. Ruban. 2009. Heparin like compound from Green alga “*Chaetomorpha antennina*” –as potential anticoagulant agent. *Asian Journal of Medical* 1(3):114–116.
- Awad, E.N. 2000. Biologically active steroid from the Green alga *Ulva lactuca*. *Phytotherapy Research* 14:641–643.
- Baloch, G.N., S. Tariq, S. Ehteshamul-Haque, M. Athar, V. Sultana & J. Ara. 2013. Management of root diseases of eggplant and watermelon with the application of asafetida and seaweeds. *Journal of Applied Botanic Food and Quality* 86:138–142.
- Bansemir, A., M. Blume, S. Schröder & U. Lindequist. 2006. Screening of cultivated seaweed for antibacterial activity against fish pathogenic bacteria. *Aquaculture* 252:79–84.
- Barilotti D.C. & J.A. Zertuche-González 1990. Ecological effects of seaweeds harvesting in the Gulf of California and Pacific Ocean off Baja California and California. *Hydrobiologia* 2041205: 35–40.
- Bhakuni, D. & D. Rawat. 2005. *Bioactive marine natural products*. Springer, New York, USA. 382 pp.
- Booth, B. 1969. The manufacture and properties of liquid seaweed extracts. *Proc Intl Seaweed Symp*.6:655–662.
- Bouhlal, R., C. Haslin, J.C. Chermann, S. Colliet-Jouault, C. Sinquin, G. Somin, S. Cerantola, H. Riadi & N. Bourgougnon. 2011. Antiviral activities of sulfated polysaccharides isolated from *Sphaerococcus coronopifolius* (Rhodophyta, Gigartinales) and *Boergeseniella thuyoides* (Rhodophyta, Ceramiales). *Marine Drugs* 9:1187–1209.
- Bouhlal, R., H. Riadi, & N. Bourgougnon. 2010. Antiviral activities of Morocco seaweeds ex-

- tracts. *African Journal of Biotechnology* 9 (20), 7968–7975.
- Bula, G. 1989. Las macroalgas bentónicas marinas como recurso potencial económico en Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*. 17(65):383–387.
- Caceres, W.C. & F.P. Ojeda. 2000. Patrones de forrajeo en dos especies de peces intermareales herbívoros de las costas de Chile: Efecto de la abundancia y composición química del alimento. *Revista Chilena de Historia Natural* 73(2):253–260.
- Carneiro, G. J., R.J. Gurgel, V.E. Oliveira, S.R. Basto, Q.A. Gomes, C.C. Oliveira, A.I. Fernandes, C.H. Vasconcelos, B.M. Marques & B.N. Barros. 2014. Peripheral antinociception and anti-inflammatory effects of sulfated polysaccharides from the alga *Caulerpa mexicana*. *Basic & Clinical Pharmacology & Technology* 115(4):335–342.
- Carrillo, S., A. Bahena, M. Casas, M.E. Carranco, C.C. Calvo, E. Ávila & F. Pérez-Gil. 2012. El alga *Sargassum* spp. como alternativa para reducir el colesterol en el huevo. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* 46(2):181–186.
- Casas, V.M., C.H. Hernández, A.A. Marín, R.R. Aguilar, G.C. Hernández, R.I. Sánchez & D.S. Carrillo. 2006a. El alga marina *Sargassum* (Sargassaceae): una alternativa tropical para la alimentación del ganado caprino. *Revista Biología Tropical* 54(1):83–92.
- Casas, V.M., C.G. Portillo, R.N. Aguila, A.S. Rodríguez, R.I. Sánchez & D.S. Carrillo. 2006b. Efecto del alga marina *Sargassum* spp. sobre las variables productivas y la concentración de camarón café, *Farfantepenaeus californiensis* (Holmes, 1900). *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 41(1):97–105.
- Craigie, J.S. 2011. Seaweed extract stimuli in plant science and agriculture. *Journal of Applied Phycology* 23:371–393.
- De Felício, R., S. Albuquerque, M.C.M. Young, N.S. Yokoya & H.M. Debonisi. 2010. Trypanocidal, leishmanicidal and antifungal potential from marine red alga *Bostrychia tenella* J. Agardh (Rhodomelaceae, Ceramiales). *Journal Pharmaceutical and Biomedical Analysis*. 52, 763–769.
- De Lara-Isassi, G., Sobrino-Figueroa, A., Lozano-Ramírez, C., Ponce-Marquez, M. E., Dreckmann-Stay, K. 1989. Evaluación de la actividad antibiótica de las macroalgas de las Costas de Michoacán, México. *Boletín del Instituto Oceanográfico*. Venezuela, Univ. Oriente 28: 99–104.
- De Lara-Isassi, G. & M. E. Ponce-Márquez. 1991a. Detección de la actividad antibacteriana de algunas algas de Playa Paraíso, Veracruz, México. *BIOTAM* 3: 20–26.
- De Lara-Isassi, G. 1991b. Propiedades antibióticas de algunas especies de algas marinas bentónicas. *Hidrobiológica* 1: 21–28.
- Enciso Padilla, I. 2000. Inventario de las macroalgas de los litorales de Nayarit y Jalisco. Director: Elisa Serviere Zaragoza. Tesis de maestría. Universidad de Guadalajara.
- Enciso-Padilla, I. 2005. Catálogo de Macroalgas de la costa de Jalisco. Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jal. México. 53 p [ISBN:978–607–8336–01–2].
- Espinoza, J. 1995. Algas marinas como alimento en Latinoamérica y El Caribe. *Ava Cient* 14:3–12.
- Forbes, J.M. 1995. Voluntary food intake and diet selection in farm animals. CAB International, Wallingford, Oxford, England.
- Gajc-Wolska, J., T. Spizewski, & A. Grabowska. 2013. The effect of seaweed extracts on the yield and quality parameters of Broccoli (*Brassica oleracea* var. *cymosa* L.) in open field production. *Acta Horticulture*. 1009, 83–89.
- Ganovski, K., T. Shipochliev & K. Bratova. 1979. anti-inflammatory action of extracts from marine algae collected in the área of Burgas seacoast. *Veterinarno-meditsinski Nauki* 16(7):54–61.
- Ghosh, P., U. Adhikari, K.P. Ghosal, A.C. Pujol, J.M. Carlucci, B.E. Damente & B. Ray. 2004. In vitro anti-herpetic activity of sulfated polysaccharide fractions from *Caulerpa racemosa*. *Phytochemistry* 65(23): 3151–3157.
- Giannotti, A.L. & K.J. McGlathery. 2001. Consumption of *Ulva lactuca* (Chlorophyta) by the omnivorous mud snail *Ilyanassa obsoleta* (Say). *Journal of Phycology* 37(2):209–215.
- Gireesh, R., C.K. Haridevi & J. Salikutty. 2011. Effect of *Ulva lactuca* extract on growth and proximate composition of *Vigna unguiculata* l. Walp *Journal of Research in Biology* 8:624–630.
- Gomes, G.D., B.E. Miguel, M. Batista, P.R. Crespo, F.M. de Castro, T.V. Lanuville & P. Burth. 2009. Inhibition of mammal Na<sup>+</sup>K<sup>+</sup>-ATPase by diterpenes extracted from the Brazilian brown alga *Dictyota cervicornis*. *Phytotherapy Research* 23(7):943–947.
- González, A., J. Castro, J. Vera, & A. Moenne. 2013. Seaweed oligosaccharides stimulate plant growth by enhancing carbon and nitrogen assimilation, basal metabolism, and cell division. *Journal of Plant Growth Regulation*. 32:443–448.
- Guiry, M.D & W.D. Guiry. 2008. AlgaeBase version 4.2. Worldwide electronic publication, National University of Ireland, Gal-

- way. <http://www.algaebase.org>; 30.IX.2009.
- Gupta, S & N. Abu-ghannam. 2011. Recent developments in the application of seaweeds or seaweed extracts as a means for enhancing the safety and quality attributes of foods. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 12, 600-609.
- Hamed S.M., A.A. Abd El-Rhman, N. Abdel-Raouf & I.B.M Ibraheem. 2017. Role of marine macroalgae in plant protection & improvement for sustainable agriculture technology. Beni-Suef University *Journal of Basic and Applied Sciences*. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.bjbas.2017.08.002>
- Hernández-Herrera, R.M., F. Santacruz-Ruvalcaba, M.A. Ruiz-López, J. Norrie & G. Hernández-Carmona. 2014. Effect of liquid seaweed extracts on growth of tomato seedlings (*Solanum lycopersicum* L.). *Journal of Applied Phycology* 26:619–628
- Hernández-Herrera, R.M, G. Virgen Calleros, MA. Ruiz-López, J. Zañudo-Hernández, J.P. Délano Frier. & C.V. Sánchez Hernández. 2014b. Extracts from Green and Brown seaweed protect tomato (*Solanum lycopersicum*) against the necrotrophic fungus *Alternaria solani*. *Journal of Applied Phycology* 26(3):1607–1614.
- Hernández-Herrera R.M., F. Santacruz-Ruvalcaba, J. Zañudo-Hernández & G. Hernández-Carmona. 2016. Activity of seaweed extracts and polysaccharide-enriched extracts from *Ulva lactuca* and *Padina gymnospora* as growth promoters of tomato and mung bean plants. *Journal of Applied Phycology* 28:2549–2560.
- Heyvan, Z., M. Bamanyar & K. Sar-tavi. 2006. The effect of antiviral activity of a green seaweed from the Persian Gulf, *Caulerpa sertularioides* on Herpes Simplex Virus Type 1. *Iranian South Medical Journal* 9(1):1–8.
- Holdt, S.L. & S. Kraan. 2011. Bioactive compounds in seaweed; functional food applications and legislation. *Journal of Applied Phycology* 23(3):543–597.
- Hong, D.D., H.M. Hien & P.N. Son. 2007. Seaweeds from Vietnam used for functional food, medicine and biofertilizer. *Journal of Applied Phycology* 19:817–826.
- Jayaraj, J., A. Wan, M. Rahman & Z.K. Punja. 2008. Seaweed extracts reduces foliar fungal disease on carrot. *Crop Protection* 27:1360–1366.
- Kaplan, D., D. Christiaen & S.M. Arad, 1987. Chelating properties of extracellular polysaccharides from *Chlorella* spp. *Applied and Environmental Microbiology*. 53, 2953–2956.
- Khan, W., U.P. Rayirath, S. Subramanian, M.N. Jithesh, P. Rayorath, D.M. Hodges, A.T. Critchley, J.S. Craigie, J. Norrie & B. Prithiviraj. 2009. Seaweed extracts as biostimulants of plant growth and development. *Journal Plant Growth Regulation*. 28:386–399.
- Khaled, N., M. Hiba, & C. Asma. 2012. Antioxidant and antifungal activities of *Padina pavonica* and *Sargassum vulgare* from the Lebanese Mediterranean Coast. *Advances in Environmental Biology* 6(1):42–48.
- König, M.G., D.A. Writth & O. Sticher. 1991. Diterpenes from the Brown alga *Dictyota divaricata*. *Phytochemistry* 30(11): 3679–3682.
- Kumar, N.M., K.S. Pavithra, V. Krishnan & M. Chandrasekaran. 2013. In vitro analysis of antioxidant, antimicrobial and antiproliferative activity of *Enteromorpha antenna*, *Enteromorpha linza* and *Gracilaria corticata* extracts. *Jundishapur Journal of Natural Pharmaceutical Products* 8(4):151–159.
- Lee, O. K. Yoon, K. Kim, & S. You. 2011. Seaweed extracts as potential tool for the attenuation of oxidative damage in obesity-related pathologies. *Journal of Phycology*. 47:548–560.
- López-Hidalgo, A.M., L.M. Rosales-Colunga & A. De León Rodríguez. 2017. Las macroalgas, ¿pueden ayudarnos a resolver problemas de índole mundial?. *Revista Universitarios Potosinos*. ISSN 1870–1698.
- Mamatha, B.S., K.K. Namitha, A. Senthii, J. Smitha & G.A. Ravishankar. 2007. Studies on use of *Enteromorpha* in snack food. *Food Chemistry* 101(4): 1707–1713.
- Martínez, N.M., A.D. Bravo, F.E. Ramírez & T.M. Trujillo. 2015. *Influencia de la cinética y ácido naftalenacético sobre el crecimiento y producción de fenoles de Padina durvillaei*. Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México. 145 pp.
- Mattner, S.W., D. Wite, D.A. Riches, I.J. Porter & T. Arioli. 2013. The effect of kelp extract on seedling establishment of broccoli on contrasting soil types in southern Victoria, Australia. *Biological Agriculture and Horticulture*. 29:258–270.
- McHugh, D.J. 2003. A guide to the seaweed industry. FAO Fish Tech Pap 441, Rome, Italy, 105 pp
- Mohamed, S., S.N. Hashim & A. Rahman. 2012. Seaweeds: A Sustainable Functional Food for Complementary and Alternative Therapy. *Trends in Food Science and Technology*, 23, 83–69.
- Mtolera, M.S. & A.K. Semesi. 1996. Antimicrobial activity of extracts from six green algae from Tanzania. *Current Trends In Marine*

- Botanical Research In East African Region* 211–217.
- Muñoz, O.M., A.J. Murillo, C.L. Zermefio, D.S. Martínez & R.R. Rodríguez. 2010. Screening of extracts of algae from Baja California Sur, Mexico as reversers of the antibiotic resistance of some pathogenic bacteria. *European Review for Medical and Pharmaceutical Sciences* 14:739–747.
- Mwalugha, H.M., J.G. Wakibia, G.M. Kenji & M.A. Mwasaru, 2015. Chemical composition of common Seaweeds from the Kenya Coast. *Journal of Food Research* 4(6), 28–35.
- Newton, G. W. 1951. Seaweed manure for perfect soil and smiling fields. Sampson Low, London, 188 pp.
- Nicolás, D., L. Mateo, A. Mendoza, M. Gutiérrez & A. Reyes. 2014. Utilization of seaweed *Sargassum liebmanii* extracts as a stimulant of germination of *Pachyrhizus erosus*. *Journal of Chemical, Biological and Physical Sciences* 4(5): 56–61.
- Norrie, J., & J.P. Keathley. 2006. Benefits of *Ascophyllum nodosum* marine-plant extract applications to ‘Thompson seedless’ grape production. *Acta Horticulture* 727:243–247.
- Nurby, R., G. Medina, J. Jiménez, C. Yáñez, M. García, M. Di Bernardo & M. Gualtieri. 2009. Actividad antibacterina y antifúngica de extractos de algas marinas venezolanas. *Revista Peruana de Biología* 16(1):97–100.
- Oliveira, B.M., D.G. Rodrigues, L.D. Pereira, F.J. Barbosa, M.G. Cavalcanti, S.B. Oliveira & S.J. Trindade. 2011. Aqueous and metabolic extracts of *Caulerpa mexicana* suppress cell migration and ear edema induced by inflammatory agents. *Marine Drugs* 9(8): 1332–1345.
- Ortega, M. 1984. *Catálogo de algas continentales recientes en México*. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. 565 pp.
- Ortega, M. M., J.L. Godínez, G. Garduño, M.G. Oliva & G. Vileclara. 1997. Uso tradicional de las algas marinas de México. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 3(2):161–163.
- Ortiz, J., N. Romero, P. Robert, J. Araya & H.J. López. 2006. Dietary fiber, amino acid, fatty acid and tocopherol contents of the edible seaweed *Ulva lactuca* and *Durvillaea antarctica*. *Food Chemistry* 99(1):98–104.
- Osuna-Ruiz, I., C.M. López-Saiz, A. Burgos-Hernández, C. Velázquez, M. Nieves-Soto & M.A. Hurtado-Oliva 2016a. Antioxidant, antimutagenic and antiproliferative activities in selected seaweed species from Sinaloa, Mexico. *Pharmaceutical Biology* 9:1–15.
- Osuna, R.I., S.C. López, H.A. Burgos, C. Velázquez, S.N. Nieves & O.M. Hurtado. 2016b. Antioxidant, antimutagenic and antiproliferative activities in selected seaweed species from Sinaloa, México. *Pharmaceutical Biology* 54(10): 2196–2210.
- Pedroche, F. F., P. C. Silva, L. E. Aguilar-Rosas, K. M. Dreckmann y R. Aguilar-Rosas. 2005. Catálogo de las algas marinas bentónicas del Pacífico de México. I. Chlorophycota. Universidad Autónoma Metropolitana/ Universidad Autónoma de Baja California/ University of California, México, D.F. 135 p.
- Pedroche, F. F., P. C. Silva, L. E. Aguilar-Rosas, K. M. Dreckmann & R. Aguilar-Rosas. 2008. Catálogo de las algas marinas bentónicas del Pacífico de México. II. Phaeophycota. Universidad Autónoma Metropolitana/ Universidad Autónoma de Baja California/ University of California, México, D.F. 146 p.
- Pereira, L. 2016. *Edible Seaweeds of the World*. CRS Press. U.S.A. 453 pp. [ISBN: 978–1–4987–3047–1].
- Prithiviraj, B. 2008. Rapid bioassays to evaluate the plant growth promoting activity of *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jol. using a model plant, *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh. *Journal of Applied Phycology* 20:423–429.
- Qi, X., W. Mao, Y. Gao, Y. Chen, C. Zhao, N. Li, C. Wang, M. Yan, C. Lin & J. Shan. 2012. Chemical characteristic of an anticoagulant-active sulfated polysaccharide from *Enteromorpha clathrata*. *Carbohydrate Polymers* 90(4): 1804–1810.
- Ravikumar, S., G. Ramanathan, S.J. Inbaneson & A. Ramu. 2011. Antiplasmodial activity of two marine polyherbal preparations from *Chaetomorpha antennina* and *Aegiceras corniculatum* against *Plasmodium falciparum*. *Parasitology Research* 108(1): 107–113.
- Rayorath, P., Jithesh, M.N., Farid, A., Khan, W., Palanisamy, R., Hankins, S.D., Critchley, A.T., Cho, T. O., Sung Min Boo, M. H. Hommersand, C. A. Maggs, L. McIvor & S. Fredericq. 2008. *Gayliella* gen. nov. in the Tribe Ceramieae (Ceramieae, Rhodophyta) based on molecular and morphological evidence. *Journal of Phycology* 44:721–738.
- Rebours, C., Marinho-Soriano, E., Zertuche-González, J.A. et al. 2014. Seaweeds: an opportunity for wealth and sustainable livelihood for coastal communities. *Journal of Applied Phycology* 26: 1939–1951.
- Ríos, N., G. Medina, J. Jimenez, C. Yéñez, Y.M. García, L.M. Di-Bernardo & M. Gualtieri.

2009. Actividad antibacteriana y antifúngica de extractos de algas marinas venezolanas. *Revista Peruana de Biología* 16(1):97–100.
- Rupérez, P. & F. Saura-Calixto. 2001. Dietary fibre and physicochemical properties of edible Spanish seaweeds. *European Food Research and Technology*. 212:349–354.
- Sahayaraj, K., S. Rajesh & J.M. Rathi. 2012. Silver nanoparticles biosynthesis using marine alga *Padina pavonica* (Linn.) and its microbicidal activity. *Digest Journal of Nanomaterials & Biostructures* 7(4):1557–1567.
- Sasikumar, K., T. Govindan & C. Anuradha. 2011. Effect of seaweed liquid as fertilizer of *Dyctyota dichotoma* on growth and yield of *Abelmoschus esculentus* (L.) *European Journal of Experimental Biology* 1:223–227.
- Satish, L., S.A. Ceasar, J. Shilpha, S.A. Rency, P. Rathinapriya & M. Ramesh. 2015a. Direct plant regeneration from in vitro-derived shoot apical meristems of finger millet (*Eleusine coracana* (L.) Gaertn.). *In Vitro Cellar & Developmental Biology –Plant* 51:192–200.
- Satish, L., R. Rameshkumar, P. Rathinapriya, S. Pandian, A.S. Rency, T. Sunitha & M. Ramesh. 2015b. Effect of seaweed liquid extracts and plant growth regulators on in vitro mass propagation of brinjal (*Solanum melongena* L.) through hypocotyl and leaf disc explants. *Journal of Applied Phycology* 27:993–1002.
- Sharma, H.S., C. Fleming, C. Selby, J.R. Rao & T. Martin. 2014. Plant biostimulants: a review on the processing of macroalgae and use of extracts for crop management to reduce abiotic and biotic stresses. *Journal of Applied Phycology* 26, 465–490.
- Silva, T., L. Alves, K. De Queiroz, M. Santos, C. Marqués, S. Chavante, H. Rocha & E. Leite. 2005. Partial characterization and anticoagulant activity of a heterofucan from the Brown seaweed *Padina gymnospora*. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research* 38:523–533.
- Singh, A. Chaudhary, B. 2010. Preliminary phyco-chemical analysis and in vitro antibacterial screening of *Pithophora oedogonia* (Mont.) Wittrock: A freshwater green alga forming mats in the water bodies. *Journal of Algal Biomass Utilization* 1, pp. 33–41.
- Srinivasa Rao, P. & K.S. Parekh. 1981. Antibacterial activity of Indian seaweed extracts. *Botánica Marina* 24: 577–582.
- Thanigaivel, S., S. Vjayajumar, A. Mukherjee, N. Chandrasekaran & H. Thomas. 2014. Antioxidant and antibacterial activity of *Chaetomorpha antennina* against shrimp pathogen *Vibrio parahaemolyticus*. *Aquaculture* 433(20): 467–475.
- Thirumaran, G., M. Arumugam, R. Arumugam, & P. Anantharaman. 2009. Effect of seaweed liquid fertilizer on growth and pigment concentration of *Abelmoschus esculentus* (L.) Medikus. *American-Eurasian Journal of Agronomy* 2:57–66
- Vega, V.F., A.C. Magaña, H.N. Soria & O.C. Farnés. 2006. Las algas marinas *Sargassum* spp. y *Macrocystis pyrifera*: ¿Una alternativa para el forraje del ganado bovino en la península de Baja California? *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* 40(4):439–448.
- Velasco, G.O., A.S. Echavarría, D.A. Sifuentes & V.M. Casas. 2013. Uso del alga marina *Sargassum* spp. adicionada a la harina de trigo para preparar galletas alimenticias para consumo humano. *Bioagro* 25(3):189–194.
- Vera, J., J. Castro, A., González & A. Moenne. 2011. Seaweed polysaccharides and derived oligosaccharides stimulate defense responses and protection against pathogens in plants. *Marine Drugs*. 9:2514–2525.
- Vimaladevi, S., A. Mahesh, N.B. Dhayanithi & N. Karthikeyan. 2009. Mosquito larvicidal efficacy of phenolic acids of seaweed *Chaetomorpha antennina* (Bory) Kuetz. against *Aedes aegypti*. *Versita Biologia* 67(1): 212–216.
- Vinoth, S., P. Gurusarayanan, & N. Jayabalan. 2014. Optimization of somatic embryogenesis protocol in *Lycopersicon esculentum* L. using plant growth regulators and seaweed extracts. *Journal of Applied Phycology* 26:1527–1537
- Vinoth, S., P. Gurusarayanan, & N. Jayabalan. 2012a. Effect of seaweed extracts and plant growth regulators on high-frequency in vitro mass propagation of *Lycopersicon esculentum* L (tomato) through double cotyledonary nodal explant. *Journal of Applied Phycology* 24: 1339–1340.
- Vinoth, S., P. Gurusarayanan, & N. Jayabalan. 2012b. Erratum to: effect of seaweed extracts and plant growth regulators on high-frequency in vitro mass propagation of *Lycopersicon esculentum* L (tomato) through double cotyledonary nodal explant. *Journal of Applied Phycology* 24: 1339–1340.
- Viscasillas, A. & A. Del Pozo. 2005. Uso de las algas en la cosmética. *Offarm* 24:126-127. [www.elsevier.es/pt-revista-offarm-4-articulo-el-uso-las-algas-cosmetica-13071472](http://www.elsevier.es/pt-revista-offarm-4-articulo-el-uso-las-algas-cosmetica-13071472)
- Vishchuk, O.S., S.P. Ermakova & T.N. Zvyagintseva. 2011. Sulfated polysaccharides from brown seaweeds *Saccharina japonica* and *Undaria pinnatifida*: isolation

- tion, structural characteristics, and antitumor activity. *Carbohydrate Research* 346:2769–2776.
- Zermeño, G.A., R.B. Lopez, A.A. Melendres, R.H. Ramirez, P.J. Cardenas & L.J. Munguía. 2015. Extracto de alga marina y su relación con la fotosíntesis y rendimiento de una plantación de vid. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 12:2437–2446.
- Zhang, X. & E.H. Ervin. 2008. Impacts of seaweed extract-based cytokinins and zeatin riboside on creeping bentgrass heat tolerance. *Crop Science*. 48:364–370.
- Wynne, M. J. 2005. A checklist of benthic marine algae of the tropical and subtropical western Atlantic: second revision. *Nova Hedwigia Beiheft* 129. 152 p. [ISBN:978–3–443–51051–0].



# Resultados parciales de la determinación de residuos de antimicrobianos en músculo y riñón de cerdos sacrificados en dos rastros municipales de la zona metropolitana de Guadalajara

<sup>1</sup>Kevin Brian Magallón Carrizales; <sup>1</sup>Carlos Pacheco Gallardo; <sup>1</sup>Mario Noa Pérez; <sup>1</sup>Delia Guillermina Gonzalez Aguilar; <sup>1</sup>Oscar Alfonso Barrón Arias

## Partial results of the determination of antimicrobial residues in muscle and kidney from pigs slaughtered in two municipal slaughterhouses of the metropolitan area of Guadalajara

<sup>1</sup>Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, División de Ciencias Veterinarias, Departamento de Salud Pública, Camino Ramón Padilla Sánchez No. 2100 Nextipac, Zapopan, Jalisco.

Autor para correspondencia: c.pacheco@academicos.udg.mx

### Resumen

El uso de antibióticos como promotor de crecimiento es una práctica muy utilizada en la crianza de cerdos, pero de forma indiscriminada genera resistencia de cepas patógenas. El objetivo de este trabajo fue determinar la presencia de residuos de antimicrobianos en músculo y riñón de cerdos sacrificados en dos rastros municipales de la Zona Metropolitana de Guadalajara mediante el método de mediante el método microbiológico de difusión en placa, utilizando un agar nutritivo con *Bacillus subtilis* BGA en dos rastros muestreados, de las cuales 18 muestras fueron positivas, 10 negativas y 22 sospechosas, mientras en el rastro no.2 se fueron 12 positivas, 20 negativas y 18 sospechosas. A partir de los resultados obtenidos se puede estimar que no se están respetando

los periodos de restricción establecidos, requiriendo mayor vigilancia por parte de las autoridades a la presencia de residuos de antimicrobianos en carne de cerdo.

**Palabras clave:** antibiótico, músculo, riñón, resistencia bacteriana.

### Abstract

The use of antibiotics as growth promoters is of an extended practice in porcine farms, that generates antimicrobial resistance in pathogen bacteria. The aim of this study was to determine the antimicrobial residues in muscle and kidney of pigs collected from two

slaughter houses located in the Guadalajara Metropolitan area using the agar diffusion microbiological test with *Bacillus subtilis* BGA. So far it was detected 18 positive, 10 and 22 negative suspected samples, compared with 12 positive, 20 and 18 negative suspected samples results obtained in the second slaughter house. These results demonstrate that restriction periods for slaughtering is probably not respected, requiring greater vigilance by the authorities to the presence of these antimicrobial residues in pork meat.

**Keywords:** antibiotic, muscle, kidney, bacterial resistance.

### Introducción

La regulación de medicamentos veterinarios se orienta a controlar el uso y residualidad de estas sustancias en las especies en las cuales son administradas; estos aspectos son mundialmente vigilados por diferentes organizaciones, dentro de las cuales se destacan: *Codex Alimentarius*, Programa Internacional de Seguridad de las Sustancias Químicas (IPCS), el Comité mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios (JECFA), la administración de alimentos y drogas de los Estados Unidos (FDA), el Parlamento Europeo de Medicamentos, la Autoridad Australiana en Pesticidas y Medicina Veterinaria (APVMA) y la Autoridad Europea para la Seguridad Alimentaria (EFSA) (Lozano & Arias, 2008).

Una de las repercusiones asociadas a la salud pública es

la zoonosis donde los agentes patógenos provienen de los animales, produciendo enfermedades al ser humano y al momento de necesitar un tratamiento se produce una resistencia. (Moreno, 2016). Esta resistencia se debe cuando el antibiótico mata a bacterias susceptibles y las pocas que son resistentes prevalecen y se multiplican realizando cambios en su membrana que evitan que los antibióticos entren a la célula, así como la utilización de enzimas que degradan el antimicrobiano empleando bombas de flujo para reducir su concentración (Rosenblatt-Farrel, 2009).

Datos publicados por el Sistema Nacional de Monitoreo de Resistencia Antimicrobiana de los Estados Unidos de América (EUA) evidenciaron que el 92% de las granjas utilizaron antimicrobianos y que la mayoría fueron proporcionados en el alimento (USDA, 2005). Donde en más del 85% de las granjas usaron antibióticos en la fase de crecimiento y finalización, donde las sustancias más utilizadas fueron las Tetraciclinas, compuestos a base de Bacitracina y Tilosina así como antimicrobianos del grupo de los macrólidos. Otros estudios indicaron que el 70% total de antibióticos usados en EUA (once mil toneladas) son administrados en bajas dosis en alimentos de cerdos, pollo y ganado vacuno sano con el fin de estimular el crecimiento y la engorda (Mellón et al. 2001). En México, existen reglamentos y normas oficiales que tienen como propósito controlar la presencia de sustancias antimicrobianas en tejidos y otros productos de origen animal. La Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-

004-ZOO-1994 es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional y tiene por objeto establecer los límites máximos permisibles de residuos tóxicos (SAGARPA, 2011).

Dada la importancia de la industria porcícola y el consumo de carne y productos de cerdo en Jalisco, es importante conocer la situación de los residuos antimicrobianos en tejidos de los animales sacrificados para el abasto de los consumidores.

Según el *Codex Alimentarius* (2015) en su última actualización de los Límites Máximos de Residuos (LMR) en cerdos, menciona que para Estreptomicina en riñón es de 1,000  $\mu\text{g}/\text{kg}$  y en músculo 600  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ; para Sulfamidina, en riñón es de 100  $\mu\text{g}/\text{kg}$  y en músculo 100  $\mu\text{g}/\text{kg}$  (Cuadro 1). Por otro lado, el Parlamento Europeo de Medicamentos en 2008, menciona que para Penicilinas los LMR's son de 50 a 300  $\mu\text{g}/\text{kg}$  según sea el tipo de penicilinas. Se estima que del consumo mundial de antibióticos, la mitad se destina a la producción de animales (Soraci, 2016). La utilización de promotores de crecimiento como antimicrobianos que conduce a un incremento del 4 al 5% en el peso corporal de los animales son comúnmente aplicados en cerdos (Medina et al. 2008).

Estos antimicrobianos deben ser usados de acuerdo a las recomendaciones y regulaciones establecidas por los fabricantes para asegurar la inocuidad del producto, respetando el tiempo de retiro que debe ser supervisado por un médico veterinario (Cuadro 2) (Grande et al. 2000).

**Cuadro 1.** Diferencias de LMR entre el acuerdo de la Norma Mexicana NOM-004-ZOO-1994 y el Codex Alimentarius.

Acuerdo a la Norma 004		Codex Alimentarius	
Sustancia:	Estreptomina	Sustancia:	Estreptomina
Producto:	Músculo	Producto:	Músculo
LMR:	0.500 mg/kg	LMR:	600 µg/kg
Producto:	Riñón	Producto:	Riñón
LMR:	0.500 mg/kg	LMR:	1000 µg/kg
Sustancia:	Penicilina	Sustancia:	Penicilina
Producto:	Músculo	Producto:	Músculo
LMR:	0.500 mg/kg	LMR:	50 µg/kg
Producto:	Riñón	Producto:	Riñón
LMR:	0.040 mg/kg	LMR:	50 µg/kg
Sustancia:	Sulfatiazol	Sustancia:	Sulfadimidina
Producto:	Músculo	Producto:	Músculo
LMR:	0.100 mg/kg	LMR:	100 µg/kg
Producto:	Riñón	Producto:	Riñón
LMR:	0.100 mg/kg	LMR:	100 µg/kg

(Codex Alimentarius, 2015 / SAGARPA, 2011).

Algunos estudios en México han demostrado la diseminación de la resistencia bacteriana, provocada por el uso indiscriminado de antimicrobianos usados como promotor de crecimiento, aunque existen normas sobre el LMR, no ha sido regulado del todo, provocando una escasez en la implementación de monitoreo ya sea por las autoridades correspondientes o por la no implementación de buenas prácticas agropecuarias obteniendo como resultado la resistencia bacteriana en el humano (Witte, 1999).

Por lo tanto, el objetivo de este estudio es el determinar la presencia de residuos de antimicrobianos en músculo y riñón de cerdos sacrificados en dos rastros municipales de la Zona Metropolitana de Guadalajara durante el periodo de junio a diciembre de 2016.

**Cuadro 2.** Periodos de restricción de antimicrobianos aplicados a cerdos.

Medicamento	Vía de administración	Días de sacrificio
Sulfametazina sódica	Intravenosa, intramuscular y oral, en el agua de bebida.	10 días
Oxitetraciclina	Intramuscular, subcutánea, endovenosa, intraperitoneal, intrauterina y tópica.	30 días
Penicilina G	Intramuscular (exclusivamente)	15 días

(Rosenstein, 2005)

### Materiales y Métodos

La presente investigación se elaboró en el Laboratorio de Residuos Tóxicos II del Departamento de Salud Pública de la división de Ciencias Veterinarias del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Se estableció un tamaño de muestra de 203 cerdos en base a un nivel de confianza del 99.9% con una frecuencia esperada del 5%; obteniendo porciones de riñón y músculo aproximadamente de 3 cm<sup>2</sup> provenientes de 2 Rastros municipales de la zona metropolitana de Guadalajara, Jal. del periodo de junio a diciembre de 2016. Las muestras obtenidas hasta el mes de octubre fueron 50 para cada rastro y se sometieron a un análisis cualitativo mediante el método microbiológico de difusión en placa, utilizando un agar nutritivo con *Bacillus subtilis* BGA en diferentes pH (6, 7 y 8) a una concentración de 10<sup>6</sup> UFC/ML de medio (Bogaerts, et al.1985).

### **Recolección, Preparación y Procesamiento de Muestras.**

Las muestras recolectadas de ambos rastros fueron previamente identificadas y separadas en bolsas de polipropileno; para su transporte se utilizó una hielera para mantener las muestras hasta su llegada al laboratorio a una temperatura de 4 a 7 °C. Posteriormente las muestras fueron congeladas durante 2 horas a una temperatura de -18 °C con el fin de conservar tanto el tejido como el residuo antimicrobiano; la muestra de músculo proviene del diafragma y el riñón proviene de la medula renal. Se obtuvo de cada muestra una porción de 8 mm de diámetro y 2 mm de alto por medio de un sacabocados previamente esterilizado; cortando las porciones en cilindros.

En cada caja de Petri se colocó un disco de papel filtro Whatman 4 de 6 mm de diámetro con antimicrobianos de referencia; para pH 6, 0.01 UI de Penicilina, al pH 7 0.5 µg/ml de Sulfamidas y por último al pH8 0.5 µg/ml de Estreptomicina.

Las muestras se incubaron por 24 h. a 35 °C, posteriormente se procedió a medir los halos de inhibición en las muestras de músculo y riñón registrando los resultados. Clasificando la interpretación de resultados para cada muestra según el tamaño del halo de inhibición <1mm se considera negativo, de 1-2 mm el resultado será sospechoso y >2 mm el resultado se considera positivo (Bogaerts, et al. 1985)

### **Resultados y discusión**

De los 100 cerdos estudiados las mues-

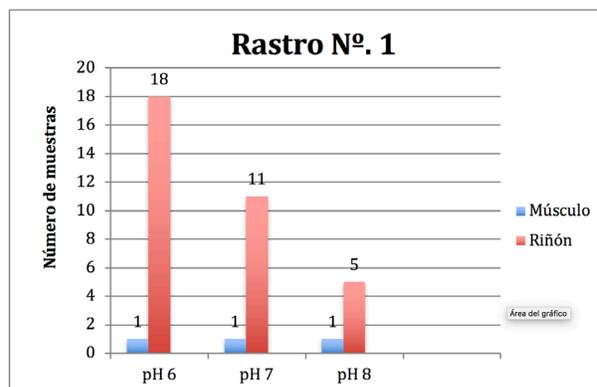
tras en riñón 18 (36%) fueron positivos a la inhibición de antibióticos, 10 (20%) fueron negativos y 22 (44%) se catalogaron como sospechosos para el rastro no.1 (Figura 1); en cuanto al músculo, los resultados obtenidos fueron negativos para cada pH. Para el rastro no. 2, 12 muestras (24%) fueron positivas a la inhibición, el 20 (40%) fueron negativos y el 18 (36%) se catalogaron como sospechoso (Figura 2), obteniendo solo dos muestras sospechosas para pH 6.

La mayoría de las sustancias son eliminadas rápidamente del tejido muscular, por lo que las muestras de músculo positivas evidencian más de un nivel farmacológico que de un nivel de residuos. La causa de la presencia de residuos en las muestras positivas podrá atribuirse al uso indiscriminado de antibióticos en las granjas de cerdo y se podrá suponer que el envío de animales al rastro se realizó son respetar los tiempos de espera para la eliminación de especificado a esos medicamentos (Sumano & Ocampo 2003).

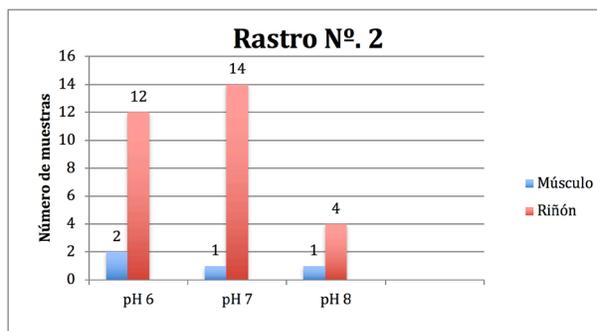
Gimeno, 2005 menciona que cuando se realiza un tratamiento con antimicrobianos, éste va a persistir en el organismo del animal durante un tiempo en forma de residuo del medicamento utilizado quedando como portadores de éstos, por lo que es necesario cumplir con los llamados tiempos de espera que permitan una completa eliminación del organismo del animal. Demostrando en los resultados que se están enviando cerdos sin respetar este periodo de eliminación marcados.

## Conclusiones

1. Existe la presencia de residuos de antimicrobianos en tejido de cerdo sacrificados en dos rastros de la ZMG.
2. Se asume que las muestras son positivas a  $\beta$ -lactámicos en el rastro 1 por su presencia en pH6 y en el rastro 2 hay mayor número de resultados positivos a pH 7 alusivo a residuos de sulfonamidas.
3. Debido a la presencia de residuos en tejido renal, se le atribuye a que no se están respetando los periodos de restricción establecidos requiriendo mayor vigilancia por parte de las autoridades a la presencia de estos residuos en carne de cerdo.
4. Es importante aplicar las buenas prácticas pecuarias en producción de cerdos para evitar la presencia de residuos no deseados en tejidos animales.



**Figura 1.** Número de muestras positivas de antimicrobianos en tejidos de 50 cerdos del rastro 1 de acuerdo al pH de prueba.



**Figura 2.** Número de muestras positivas de antimicrobianos en tejidos de 50 cerdos del rastro 2 de acuerdo al pH de prueba.

## Literatura citada

- Anadon A. y Martínez-Larrañaga M. R. (2012). Residuos de medicamentos de uso veterinario. Ed. Díaz de Santos pags. 394-395.
- Bogaerts R; Wolff F; Brussels. (1985) A standardized method for the detection of residues of antibacterial substances in fresh meat, fleischwirtsch # 60 4.
- Codex Alimentarius. (2015). Límites Máximos de Residuos (LMR) y Recomendaciones sobre la Gestión de Riesgos (RGR) para Residuos de Medicamentos Veterinarios en los Alimentos. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Organización Mundial de la Salud.
- Gimeno O., Ortega C. (2005). Antibióterapia y Salud Pública veterinaria: Desarrollo de microorganismos resistentes, mecanismo de resistencia y estrategias para el uso prudente de antibióticos. Pagina web: <http://es.slideshare.net/Aurammm3/resistencia-bacteriana-34551106> Fecha de visita: 9-11-2016
- Grande Cancho B., García Falcón M. S., Simal Gándara J. (2000). El uso de los antibióticos en la alimentación animal: Perspectiva actual. Pagina web: <http://www.redalyc.org/pdf/724/72430206.pdf> fecha de visita: 16-10-2016.
- Lozano M.C. y Arias D.C. (2008). Residuos de Fármacos en Alimentos de Origen Animal: *Panorama Actual en Colombia. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. Vol. 21 No.14.* Bogotá, Colombia.
- Medina M.S., D.G. Gonzáles y A. Ramírez. (2008). *Detección de Residuos Antimicrobianos en Tejidos Comestibles y Tetraci-*

- clina en Hueso de Cerdo. Rev. Salud Anim. Vol. 30. No. 2. La Habana, Cuba.*
- Mellon M, Benbrook C, Benbrook KL. (2001). Hogging It! Estimates of Antimicrobial Abuse in Livestock. Washington, DC: Union of Concerned Scientists. Available at: [http://www.ucsusa.org/food\\_and\\_environment/antibiotics\\_and\\_food/hogging-it-estimates-of-antimicrobial-abuse-in-livestock.html](http://www.ucsusa.org/food_and_environment/antibiotics_and_food/hogging-it-estimates-of-antimicrobial-abuse-in-livestock.html). Fecha de visita: 6-11-2016
- Moreno Miguel A. (2016) Repercusiones en la salud pública de las resistencias a antibióticos en la producción animal. *Rev. Albéitar No. 194. Zaragoza, España.* pág. 8-9
- Muñoz C. (2016). Primer año del plan y acción para reducir el riesgo de selección y diseminación de resistencia a los antibióticos. *Rev. Albéitar No. 194 Zaragoza, España.* pág. 4-6 Pagina Web: <http://albeitar.portal-veterinaria.com/noticia/14716/articulos-otros-temas/plan-estrategico-y-de-accion-para-reducir-el-riesgo-de-seleccion-y-diseminacion-de-resistencia-a-los-antibioticos.html>. Fecha de visita: 14-04-2016
- Parlamento Europeo. 2010.. REGLAMENTO (UE) No 37/2010 de la Comisión Europea relativo a las sustancias farmacológicamente activas y su clasificación por lo que se refiere a los límites máximos de residuos en los productos alimenticios de origen animal. Diario Oficial de la Unión Europea pp. 1-72 web: [http://ec.europa.eu/health/files/eudralex/vol-5/reg\\_2010\\_37/reg\\_2010\\_37\\_es.pdf](http://ec.europa.eu/health/files/eudralex/vol-5/reg_2010_37/reg_2010_37_es.pdf). Fecha de visita: 16-10-2016
- Rossenblat-Farrell N. (2009). *El paisaje de los antibióticos. Noticias de Salud Ambiental. Vol. 51 Núm. 5.* México pág. 435-442
- Rosenstein Ster E. (2004-2005) Prontuario de Especialidades Veterinaria, farmacéutica, biológica y nutricional (PLM) Ed. 24 Editorial Thomson págs. 813, 901, 925.
- SAGARPA. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. (2011). PROYECTO de Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-004-ZOO-1994, Grasa, hígado, músculo y riñón en aves, bovinos, caprinos, cérvidos, equinos, ovinos y porcinos. Residuos tóxicos. Límites máximos permisibles y procedimientos de muestreo. Diario Oficial de la Federación. México, D.F. Web: [http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5189138&fecha=12/05/2011](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5189138&fecha=12/05/2011) Fecha de visita: 9-11-2016
- Schuttert M. y Schyns M. (2016). Reducción del uso de antimicrobianos en la producción animal: La experiencia Holandesa. *Rev. Albéitar No. 194 Zaragoza, España.* pág. 10-13. Pagina Web: <http://content.yudu.com/Library/A3z6c2/Albeitar194/resources/10.htm> Fecha de visita: 14-04-2016
- Soraci A. (2016). El 75% de los antibióticos son de uso profiláctico y promotores de crecimiento. *Rev. Motivar No. 166 Santa Fe, Argentina.* Pagina Web: <http://www.motivar.com.ar/2016/10/el-75-de-los-antibioticos-son-de-uso-profilactico-y-promotores-de-crecimiento/> Fecha de visita: 6-11-2016
- Sumano, L. H. y Ocampo, C. (2003) Farmacología Veterinaria. 2da ed. Mcgraw-Hill Interamericana, México, pág. 117-205.
- Tapia Illatopa Paolo. (2012) Residuos de Antibacterianos en Carne Bovina. Sistema de Revisiones en Investigación Veterinaria de San Marcos. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú. Pág. 2
- USDA. United States Drug Administration.. 2005. Veterinary Isolates Final Report. National Antimicrobial Resistance Monitoring Sistem. Pág. 18-36. [https://www.ars.usda.gov/ARSUserFiles/60400520/NARMS/narms\\_2005/NARMS2005.pdf](https://www.ars.usda.gov/ARSUserFiles/60400520/NARMS/narms_2005/NARMS2005.pdf) Fecha de visita 25-10-2016
- Villarreal de la Fuente G., *Antibióticos en la carne y su impacto en la salud. Nutrien, nutrición y salud* <http://nutrien.com.mx/secciones/alimentacion/95-antibioticos-en-la-carne-y-su-impacto-en-la-salud>. Fecha de visita: 25-10-2016
- Witte W.(1999). Uso de antibióticos en la producción animal y desarrollo de la resistencia en las infecciones humanas. *Enfermedades infecciosas y Microbiología. Vol. 19, Núm. 2.* Pág. 83 – 86.

# Monitoreo de antibióticos en quesos industrializados y artesanales en Jalisco

Magallón Carrizales K.B.<sup>1</sup>, Torres Ramírez M.A.<sup>1</sup>, Noa Pérez M.<sup>1</sup>, Pacheco Gallardo C.<sup>1</sup>, González Aguilar D.G.<sup>1</sup>, y Mariño Guerrero <sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Salud Pública, CUCBA, Universidad de Guadalajara. Carretera Guadalajara- Nogales, Predio Las Agujas Zapopan, Jal., <sup>2</sup>Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Programa de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de los Llanos, Colombia. Tel: (33) 37771151; mario.noa@academicos.udg.mx

## Resumen

La presencia de inhibidores en leches crudas y pasteurizadas no está permitida en México de acuerdo a la normatividad vigente, pero se ha podido comprobar que la leche contaminada con residuos de inhibidores se destina a consumo humano. México, ocupa el noveno lugar en el mundo en producción de queso y el octavo en consumo que en los últimos años éste ha aumentado un 8%, pasando en el quinquenio de 2006 a 2010 en 320 mil toneladas. Por ello, el objetivo del presente trabajo fue determinar la presencia de residuos de antibióticos en quesos artesanales e industrializados, que se comercializan en el estado de Jalisco. Para ello, se determinó de forma cualitativa la presencia de  $\beta$ -lactámicos, sulfonamidas y tetraciclinas mediante el juego de reactivos Trisensor®. El

## Monitoring of antibiotics in industrialized and artisanal cheeses in Jalisco

monitoreo consistió en analizar 125 muestras de diferentes tipos de quesos, obtenidos de supermercados y tianguis del estado de Jalisco, durante los meses de Julio de 2016 hasta mayo de 2017. De las 125 muestras analizadas, sólo 4 resultaron negativas, para un 96% de positividad. La mayoría (90%) presentó residuos múltiples. Hubo alta frecuencia de muestras positivas tanto en los quesos industrializados (59%), como artesanales (41%). La familia de antibióticos de mayor frecuencia fue la de los  $\beta$ -lactámicos (96%), seguida de las tetraciclinas (77%) y sulfonamidas (8%). Estos resultados confirman que los quesos mexicanos genuinos presentan calidad variable desde el punto de vista de composición, sanidad y atributos sensoriales y falta de cumplimiento con la normatividad, sobre todo con la legislación sanitaria representando una fuente de contribución a la aparición de cepas de patógenos resistentes.

**Palabras clave:** residuos, antibióticos, queso, Trisensor®.

## Abstract

The presence of inhibitors in raw and pasteurized milk is not allowed in Mexico according to current regulations. However it has been proven that milk contaminated with residues of inhibitors is intended for human consumption. Cheese consumption in Mexico

increased to to 320 thousand tons in 2010. Therefore, the objective of this study was to determine the presence of antibiotic residues in artisanal and industrialized cheeses, commercialized in the State of Jalisco. For this purpose, the presence of  $\beta$ -lactams, sulfonamides and tetracyclines was qualitatively determined using the Trisensor® reagent kit. The monitoring consisted of analyzing 125 samples of different types of cheeses, obtained from supermarkets and informal street markets of the state of Jalisco, since July 2016 to May 2017. A total of 125 samples were analyzed: of them only 4 showed negative results, for 96% of positivity. Most samples (90%) contained multiple antibiotic residues. There was a high frequency of positive samples in both industrialized (59%) and artisanal (41%) cheeses. The most frequent family of antibiotics was  $\beta$ -lactam antibiotics (96%), followed by tetracyclines (77%) and sulfonamides (8%). These results confirm that genuine Mexican cheeses present variable quality from the point of view of composition, health and sensory attributes and lack of compliance with the regulations, especially with health legislation representing a source of contribution to the emergence of strains of resistant pathogens.

**Keywords:** residues, antibiotics, cheese, Trisensor®

## Introducción

Los antibióticos están incluidos dentro de los grupos de sustancias capaces de inhibir el crecimiento bacteriano, conocidos comúnmente como “inhibidores”. En este campo, los antibióticos se han usado por más de tres décadas en el tratamiento de la mastitis de las vacas lecheras, que son infecciones de la ubre causadas por microorganismos patógenos. Es por ello que los métodos de análisis son empleados tanto en el control sistemático de la materia prima acopiada por la industria láctea para la detección de inhibidores, cuyo peso fundamental recae en antibióticos (Noa et al. 2001), pero estudios anteriores han demostrado que la leche contaminada con residuos de inhibidores se comercializa en México (Ramírez et al, 2001, Gutiérrez *et al*, 2005, Noa et al, 2009)

Los quesos son más fácilmente digeridos por lo cual muchas veces son mejor aceptados que la leche. Contienen entre 10 y 30% de proteínas, con un alto valor biológico por su composición en aminoácidos muy importante a nivel nutricional. Los principales estados productores de quesos en México son Jalisco, Chihuahua, Querétaro, Oaxaca, Aguascalientes, Guanajuato, San Luis Potosí, Michoacán, Puebla, Tlaxcala, Toluca y Chiapas, y con su desempeño ocupa el noveno lugar en el mundo en producción de queso y el octavo en consumo (SofOS 2013). En cuanto a consumo de queso en México, éste ha crecido a una tasa promedio del 8%, pasando en el quinquenio 2006 a 2010 en 320 mil toneladas. Por ello el objetivo del presente trabajo fue determinar la presencia de

residuos de antibióticos en quesos artesanales e industrializados, comercializados en el Estado de Jalisco.

## Materiales y métodos

Para determinar la presencia de  $\beta$ -lactámicos, sulfonamidas y tetraciclinas en queso panela, se elaboraron quesos tipo panela a partir de leche pasteurizada libre de antibióticos, siguiendo el procedimiento descrito por Amaro y Díaz (2002). A estas leches se le adicionaron antibióticos individuales hasta obtener respuestas positivas mediante el Trisensor®, determinando así los límites de detección. Igualmente se procedió para determinar los niveles de transferencia de leche a queso panela para cada antibiótico utilizando el mismo procedimiento.

El procesamiento de los quesos consistió en pesar porciones de 25 g, que se colocaron en tubos de polipropileno de 50 mL de fondo cónico y tapa de rosca y los extractos de las mismas se analizaron mediante el juego de reactivos Trisensor®. El sistema de detección para antibióticos Trisensor® proporciona una prueba de tira reactiva múltiple de flujo que utiliza receptores específicos y genéricos de anticuerpos monoclonales. Los resultados se visualizan en las 3 líneas de captura específicas por el uso de los conjugados de oro coloidal, mientras que una cuarta línea reactiva es la línea de control dinámico.

El monitoreo consistió en analizar quesos tipo adobera, panela, Cotija, tipo Manchego, y Añejo tipo Sierra, obtenidos de expendios for-

males (supermercados) de la Zona Metropolitana de Guadalajara y otros municipios del Estado de Jalisco, así como queso panela procedente de mercados informales (tianguis) durante los meses de Julio de 2016 hasta mayo de 2017, para un total de 125 muestras.

### Resultados y discusión

Los límites de detección de antibióticos obtenidos en los quesos panela se muestran en la Tabla 1.

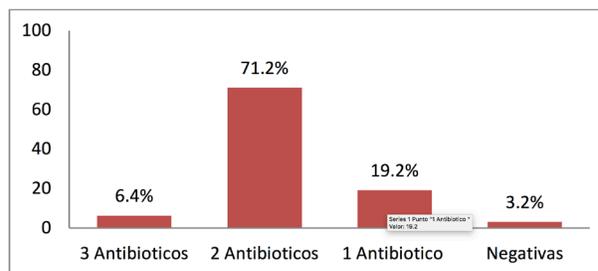
**Tabla 1.-** Límites de detección para leche y queso panela utilizando el juego de reactivos Trisensor®

β- lactámicos (µg/Kg)			
Inhibidor	Leche <sup>1</sup>	Queso	LMR (µg/L) <sup>2</sup>
Penicilina G	2.5- .5	8	4 <sup>2</sup>
Ampicilina	3- 4	6	4 <sup>4</sup>
Amoxicilina	3- 4	4	4 <sup>3</sup>
Dicloxacilina	4- 6	3	30 <sup>3</sup>
Fenoximetil penicilina	2- 3	4	4 <sup>3</sup>
Quinolonas			
Enrofloxacina	5 - 10	10	100
Sulfonamidas (µg/Kg)			
Sulfadiazina	8- 10	8	100 (residuo total para sulfonamidas)
Sulfatiazol	7.5- 8.5	14	
Sulfamerazina	2- 3	1	
Sulfamonometoxina	8- 12	6	
Sulfacloropiridazina	5- 10	12	
Sulfametoxazol	320- 360	400	
Tetraciclinas (µg/Kg)			
Oxitetraciclina	60 - 70	70	100 <sup>3</sup> (residuo total para tetraciclinas)

<sup>1</sup>: Valor de concentración reportado por el fabricante, <sup>2</sup>: Codex Alimentarius (2017), <sup>3</sup>: Codex Alimentarius (2015), N.E.: No establecido

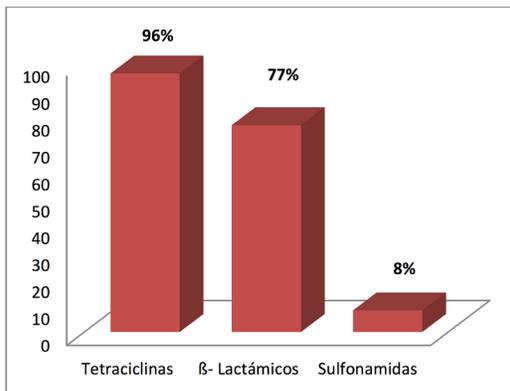
Los límites de detección de antibióticos obtenidos en queso fueron inferiores en casi todos los casos a los establecidos por CODEX, a excepción del Sulfametoxazol. Se utilizaron como referencia los LMR del CODEX ante la falta de valores propios para México. Estos resultados demuestran la utilidad de esta prueba para su uso en quesos para fines de vigilancia.

Los resultados del monitoreo en los quesos muestreados fueron los siguientes: de las 125 muestras analizadas, sólo 4 resultaron negativas, para un 96% de detección. La mayoría (90% de las muestras) presentó residuos múltiples. Hubo alta frecuencia de muestras positivas tanto en los quesos industrializados (59%), como artesanales (41%).



**Figura 1.** Frecuencia de residuos de antibióticos por familia química en las muestras analizadas (n=125)

Los resultados por meses difirieron significativamente, con un máximo de 34.9% en marzo. Las frecuencias encontradas de antibióticos presentes se muestran en la Figura 2.



**Figura 2.** Frecuencia de antibióticos encontrada por familia química.

Según el Codex Alimentarius (CODEX, 2015), debido al abuso potencial de la oxitetraciclina, los LMR se recomiendan sólo cuando se asocian con un uso terapéutico aprobado, por lo que la elevada frecuencia encontrada en este trabajo sólo puede ser debida justamente al abuso en la utilización de dicho medicamento.

### Literatura citada

Amaro Gutiérrez, R., Díaz Sánchez G. (2002). SAGARPA-INIFAP-CIRCE. Manual de Referencia Nivel I Y II. Taller para productores del estado de Morelos. sobre la elaboración de quesos y subproductos lácteos. Publicación Especial Número 35. Disponible en la página <http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/jspui/bitstream/handle/123456789/2855/quesocompleto.pdf?sequence=1> Consultado 03/07/2017.

Cesín-Vargas, A. (2014): Reseña: La leche y los quesos artesanales en México. Fernando Cervantes Escoto, y Abraham Villegas de Gante (coord). 2012. Agricultura, Sociedad y Desarrollo, 11 (2) Pp. 243- 248.

Charm Science Inc. <https://www.charm.com/charm-ii/218-charm-2tetra#sensitivity>

Codex Alimentarius (2015): Maximum Residue Limits (MRLS) and Risk Management Recommendations (RMRs) for residues of veterinary drugs in foods. CAC/MRL 2-2015.

Gutiérrez, R; Noa, M., Díaz, G., Vega, S, González, M., Prado, G. (2005): Determination of the presence of 10 antimicrobial residues in Mexican pasteurized milk. *Interciencia*, 30, (291 - 294)

Noa Pérez, M., Pérez Flores, N., Gutiérrez Tolentino, R., Escobar Medina, A. (2001). Los residuos químicos en la leche: importancia y problemática actual en México y en el mundo. Serie Académica CBS N° 57, Editorial Universitaria Universidad Autónoma Me-

Los resultados del presente monitoreo justifican lo reportado por Villegas (2012), con respecto a la problemática de los quesos mexicanos genuinos, donde afirma que éstos presentan calidad variable desde el punto de vista de composición, sanidad y atributos sensoriales y falta de cumplimiento con la normatividad, sobre todo con la legislación sanitaria.

### Conclusión

Se encontraron altos niveles de frecuencia de residuos de antibióticos en las 125 muestras de queso analizadas, incluyendo artesanales e industrializados, lo que representa un elevado riesgo para la salud debido a su contribución a la aparición de cepas de patógenos resistentes, especialmente debida a la amplitud del consumo de queso.

tropolitana, México D.F.

Noa-Lima E., Noa M., González Delia G., Landeros P. y Reyes Waldina. (2009): Evaluación de la presencia de residuos de antibióticos y quimioterapéuticos en leche en Jalisco, México. *Rev. Salud Animal* 31(1): 29- 33

Ramírez A., Gutiérrez R., González C., Escobar I., Castro G., Díaz G. y Noa M. (2001): Detección de antibióticos en leche comercializada en la ciudad de México. *Rev. Salud Anim.* Vol. 23 No. 1 37-41.

SoFOS. Organización del Conocimiento (2013). *Expoláctea 2013 reúne lo mejor de la industria láctea mexicana.*, Sitio web: <http://www.sofoscorp.com/expolactea-2013-reune-lo-mejor-de-la-industria-lactea-mexicana/> Consultado el 03 de julio de 2017.

# Manejo de la ruptura irreparable del tendón flexor digital profundo en equinos por medio de un herraje ortopédico

<sup>1</sup>Rubén Anguiano Estrella, <sup>2</sup>Claudia Nayeli Anguiano Sevilla, <sup>3</sup>David Ramírez Cabral y <sup>4</sup>Oswaldo Daniel Padilla Rodríguez

## Management of the irretrievable torn of the deep digital flexor tendon in horses by means of an orthopedic hinge

<sup>1</sup>MC. Rubén Anguiano Estrella, División de Ciencias Veterinarias, Departamento de Producción Animal, Cels: 3336677803, 3331999956, e-mail: rubenanguianomsc@gmail.com; <sup>2</sup>MC. Claudia Nayeli Anguiano Sevilla, División de Ciencias Veterinarias, Departamento de Producción Animal, Cel: 3331286531, e-mail: c.anguianosevilla@gmail.com; <sup>3</sup>MVZ. David Ramírez Cabral, Hospital Equino Los Alamitos, Cel: 3336677803, e-mail: david-ramirez07@hotmail.com; <sup>4</sup>EMVZ. Oswaldo Daniel Padilla Rodríguez, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara, Cel: 3319423971, mvzdanielpadilla@hotmail.com

### Resumen

La transección completa de los tendones flexores a nivel del metatarso o la cuartilla produce alteraciones características en la conformación de la extremidad afectada la cual se caracteriza porque la articulación metacarpo o metatarso falangeana presenta hiperextensión en comparación en la extremidad contralateral que no está lesionada adicionalmente la pinza del casco se eleva del piso. La transección completa de los tendones flexores que no fue reparada oportunamente por medios quirúrgicos y médicos adecuados genera una situación clínica que ya no tiene opción de tratamiento que no sea a través del uso de un herraje diseñado de forma tal que evite la hiperextensión del menudillo y con ello prevenir la laceración palmar del menudillo que puede condu-

cir a la infección cutánea profunda y también Osteomielitis crónica que obliga al sacrificio humanitario de los pacientes. El diseño de un herraje ortopédico de aluminio o de hierro para dar soporte al menudillo aunque es un recurso de salvamento permite mantener con vida y utilidad reproductiva sementales y yeguas o bien por razones humanitarias caballos que son apreciados como mascotas.

Palabras clave: Transección, laceración profunda, hiperextensión, herraje ortopédico.

### Abstract

The complete transection of the flexor tendons at the level of the metatarsal head or the pastern produces characteristic changes in the conformation of the affected limb. It is characterized by hyperextension of the falangeana metatarsal or metacarpal joint in

comparison with the contralateral limb that is not injured. In addition, the hull clip is elevated from floor. The complete transection of the flexor tendons that was not promptly repaired by appropriate medical and surgical means generates a clinical situation that no longer have the option of treatment through the use of a hinge designed in such a way as to avoid hyperextension of the fetlock joint and thus prevent palmar laceration of the fetlock joint that can lead to deep cutaneous infection and also to chronic osteomyelitis that obliges the humane killing of patients. The design of an orthopedic fitting of aluminum or iron to support the fetlock joint; although it is a rescue resource, allows you to maintain alive and reproductive utility stallions and mares or for humanitarian reasons horses that are appreciated as pets.

Keywords: transect, deep laceration, hyperextension, orthopedic hardware.

### Introducción

La ruptura completa del Tendón flexor digital profundo en los equinos a nivel de la cuartilla o la ruptura de ambos tendones el superficial y profundo a nivel de la caña resultan frecuentemente de laceraciones profundas que involucran los tendones flexores. Las laceraciones y

cortes en los tendones flexores de los equinos ocurren más comúnmente en los miembros posteriores que en los anteriores. Los equinos son propensos a laceraciones profundas que involucran los tendones debido a su natural respuesta de huir ante el peligro, por pateo violento contra objetos por defensa, etopatías y alta velo-

cidad de sus movimientos. Los caballos pueden brincar sobre objetos filosos o cercas y a menudo se tironean violenta y excesivamente si la parte distal de la extremidad se atora incitado a un daño tendinoso significativo.

La laceración profunda o sección completa de los tendones flexores provoca cojeras de soporte y déficits característicos de la marcha o locomoción lo cual también resulta en hiperextensión del menudillo y toda la parte distal del miembro como resultado de la reducción o pérdida del soporte palmar en esta articulación y cuando la laceración o corte también involucra el ligamento suspensor el menudillo cae hasta el suelo. Además la laceración de los tendones comprometen severamente el aporte neurovascular (Ross & Dyson 2003; Baxter 2011; Auer & Stick 2012) y las laceraciones profundas o secciones totales de los tendones flexores son considerados como un daño serio de difícil, prolongado y costoso tratamiento que frecuentemente resulta fallido por lo que la vida del equino se compromete porque la hiperextensión excesiva de la parte distal de la extremidad lacerada y la caída completa del menudillo hace que este lleve el soporte de la extremidad lo que genera una laceración infectada crónica profunda y daño isquémico distal que obliga al sacrificio del paciente.

### **Materiales y Métodos**

Dos equinos afectados por laceración profunda accidental de la región palmar de la cuartilla que secciono el tendón flexor profundo los cuales fueron manejados y tratados en forma

negligente.

Los equinos fueron referidos al hospital equino los Alamitos en Guadalajara, para su evaluación y posibilidad de tratamiento. Ambos ejemplares tienen alto valor genético y estimativo, uno de los ejemplares es de raza Cuarto de Milla de 14 meses de edad que se lesionó 6 meses antes el miembro posterior derecho y sufría hiperextensión del menudillo y elevación de la pinza.

El otro ejemplar es un caballo adulto entero de cinco años de edad de raza frisona, el cual sufrió un accidente lacerante que provocó sección tendinosa palmar a nivel de la cuartilla.

Ambos ejemplares no tenían posibilidad alguna de tratamiento exitoso con recursos médico-quirúrgicos por lo que la opción indicada y razonable para su tratamiento fue el diseño y adaptación de un herraje ortopédico de aluminio para el potro y de fierro para el caballo adulto.

El herraje ortopédico de soporte palmar del menudillo fue diseñado a la medida del casco del paciente con una extensión también en forma de herradura que se proyecta 14 cm por atrás de los talones.

Tiene también dos columnas de 11 cm de altura posicionadas verticalmente con una inclinación aproximada de 45° hacia adelante y que sirve de soporte a un puente transversal arqueado ligeramente con la convexidad hacia abajo para adaptarse a la conformación anatómica del menudillo.

El puente transversal fue acolchonado utilizando material de fibra de algodón y piel de borrego para evitar la laceración del área de

contacto del menudillo.

### **Resultados**

El herraje ortopédico diseñado artesanalmente resolvió en forma inmediata la hiperextensión del menudillo en ambos casos y también mejoró considerablemente la desviación dorsal de la pinza del casco lo cual evito la laceración cutánea y la consecuente amenaza de infección o isquemia distal de la extremidad asociada a la hiperextensión.

La capacidad de soporte y marcha se mejoró y se superaron también otras complicaciones del miembro contralateral desviación angular en varus del corvejón y atrofia muscular de la grupa del mismo lado del miembro afectado.

### **Discusión**

Las laceraciones seccionantes de los tendones flexores en los equinos son accidentes frecuentes en esta especie y ocurren más comúnmente en los miembros posteriores.

Los caballos son pacientes vulnerables a las laceraciones tendinosas porque estas estructuras anatómicas tienen únicamente protección cutánea y también por su instintiva respuesta de huida ante el peligro, por su sistema de defensa al tirar patadas hacia objetos, su alta velocidad en competencia o bien al saltar sobre cercos, alambrados o al tironearse cuando alguna extremidad queda atrapada.

Las laceraciones y secciones tendinosas palmares son accidentes que requieren terapia médico-quirúrgica oportuna y altamente especializada lo que muchas veces resulta difícil y

convierte estas lesiones en irreparables cuando los equinos son referidos a los hospitales debido a infección crónica severa o también por retracción y alejamiento de los cabos tendinosos.

La opción única y como recurso de salvamento para casos selectivos es el uso de herrajes ortopédicos los cuales deberán diseñarse en forma artesanal y ajustado a la medida y conformación de cascos, cuartillas y menudillos.

Este recurso de tratamiento es útil exclusivamente para ejemplares reproductores o caballos de elevada estima que son mascotas y no tienen aplicación a caballos deportivos.

La adaptación del modelo ortopédico diseñado para dar soporte al menudillo evita la hiperextensión y dolor del menudillo, mejora la capacidad de soporte y la locomoción y mejora también complicaciones asociadas como desviaciones angulares contralaterales y atrofas musculares de la grupa por falta de soporte en miembro afectado.

El diseño de herrajes ortopédicos para dar soporte al menudillo requiere ingenio del veterinario y el trabajo coordinado con herreros y técnicos con capacidad para forjar y moldear la prótesis que se ajuste lo más perfectamente posible a la arquitectura anatómica de la porción distal del miembro lesionado.

En los potros jóvenes resulta más indicado el uso del aluminio como material para construir la prótesis ya que el fierro resulta pesado y el herraje se desprende a los pocos días de ser puesto.

### **Conclusiones**

- 1.- La laceración tendinosa flexora no

reparable por medios quirúrgicos tiene la opción de ser tratada por medio de herrajes ortopédicos artesanales que permiten preservar la vida de equinos reproductores o équidos de compañía.

2.- El herraje ortopédico mejora la capacidad de soporte corporal locomoción, dolor y complicaciones asociadas varus contralateral y atrofas musculares de la grupa en el miembro afectado.

### Literatura citada

Auer Jörg A., John A. Stick. 2012. Clinical characteristics of specific tendon laceration. *Equine Surgery*, four edition. Elsevier, 3251 Riverport lane St louis Missouri 63043. pp 1536 [ISBN 978-1-4377-0867-7]

Baxter Gary M.. 2011. Tendon lacerations. *Adams y Stashak's lameness in horses. Sexta edición. Wiler-blackwell, USA.* Pp 1242 [ISBN 978-0-8138-1549-7]

Ross Mike W., Sue J. Dyson. 2003. Proximal suspensory desmitis in the hindlimb. *Diagnosis and Management of Lameness in the horse.* United States of America. Pp 1140 [ISBN 0-7216-8342-8].

# Crecimiento y poliaminas intestinales en tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) y bagre de canal (*Ictalurus punctatus*) alimentadas con aceite de soya y suplementadas con probióticos

Santerre Anne<sup>1</sup>, Huizar-López María del Rosario <sup>1\*</sup>, Ortiz-García Ramón Guillermo<sup>1</sup>, Téllez-Bañuelos Martha Cecilia<sup>1</sup>, Casas-Solis Josefina<sup>1</sup>, Castro-Félix Patrici <sup>1</sup>, Juárez-Carrillo Eduardo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Biología Celular y Molecular, <sup>2</sup>Departamento de Ecología, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara, Jalisco, México.

Corresponding author: Dra. María del Rosario Huizar-López, Departamento de Biología Celular y Molecular, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara, Carretera a Nogales Km 15.5, Zapopan, Jalisco 45110, México. Telephone and Fax: +52 33 36 73 83 75, e-mail: huizar-lopezrosario@gmail.com

## Resumen

El principal objetivo de este trabajo fue comparar el efecto de cuatro dietas en los niveles de poliaminas intestinales y crecimiento de la tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus 1758) y el bagre de canal (*Ictalurus punctatus* Rafinesque, 1818) juveniles. La dieta práctica control (dieta C) contiene 2% aceite de pescado y 6 % de aceite de soya. La dieta alternativa (dieta S) contiene 8% de aceite de soya y no aceite de pescado. Las dietas CP y SP corresponden a las dietas C y S, suplementadas con un probiótico multiespecie utilizado en la acuicultura. Poliaminas biogénicas putrescina (Pu) espermidina (Spd) y espermina (Spm) fueron determinadas durante los 120 días de experimentación por HPLC. La media de los niveles (nmol  $\mu$ L<sup>-1</sup>) de estas

## Growth and intestinal polyamines in tilapia (*Oreochromis niloticus*) and catfish (*Ictalurus punctatus*) fed diets with soybean oil and supplemented with probiotics

poliaminas en intestino de tilapia fueron: Pu,  $0.0194 \pm 0.0048$ ; Spd,  $0.0949 \pm 0.0266$ ; Spm,  $0.0561 \pm 0.0196$  y para bagre: Pu,  $0.0144 \pm 0.0025$ ; Spd,  $0.1054 \pm 0.0142$ ; Spm,  $0.1036 \pm 0.0143$ .

Los datos experimentales mostraron que las dietas S, CP y SP no afectaron el crecimiento y niveles de poliaminas comparado con la dieta C. Una relación fue observada entre los niveles de poliaminas intestinales y el periodo experimental. Los datos experimentales sugieren que el aceite de pescado puede ser totalmente sustituido por el aceite de soya en la formulación de la dieta práctica para tilapia del Nilo y bagre de canal.

**Palabras clave:** Aceite de soya, *Ictalurus punctatus*; *Oreochromis niloticus*; Poliaminas; Probióticos; Crecimiento

## Abstract

The aims of this work were to compare the effect of four diets on intestinal polyamine levels and growth of juvenile Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758) and channel catfish (*Ictalurus punctatus* Rafi-

nesque, 1818). The control practical diet (C diet) contained 2% fish oil and 6% soy oil. The alternative diet (S diet) contained 8% soy oil and no fish oil. The CP and SP diets correspond to the C and S diets, supplemented with a multispecies probiotic formulated for aquaculture. Biogenic polyamines putrescine (Pu), spermidine (Spd) and spermine (Spm) were determined by HPLC during a time-course feeding trial conducted for 120 days. Mean levels (nmol  $\mu$ L<sup>-1</sup>) of these polyamines in the intestine of tilapia were: Pu,  $0.0194 \pm 0.0048$ ; Spd,  $0.0949 \pm 0.0266$ ; Spm,  $0.0561 \pm 0.0196$  and for catfish: Pu,  $0.0144 \pm 0.0025$ ; Spd,  $0.1054 \pm 0.0142$ ; Spm,  $0.1036 \pm 0.0143$ . Experimental data showed that the S, CP and SP diets did not affect fish growth and polyamine levels compared to the C diet. A relationship between intestinal polyamine levels and experimental period was observed. Experimental data suggest that fish oil may be totally substituted by soy oil in the formulation of practical diets for tilapia and catfish.

**Key words:** Soy oil, *Ictalurus punctatus*; *Oreochromis niloticus*; Polyamines; Probiotics; Growth.

## Introduction

Aquaculture offers a food source alternative of great nutritional value and represents the fastest growing food production sector, with a global expansion of 5% to 10% annually in the last 10 years. In Mexico, a total of 61 species are cultivated, of which 40 are native and 21 are of exotic origin. Tilapia (*Oreochromis* sp) and catfish (*Ictalurus* sp) are the most popular species for fresh water aquaculture in Mexico. In the state of Jalisco, tilapia is the most productive aquaculture species, followed by channel catfish, carp, shrimp, tuna, and trout (INAPESCA 2012). Tilapia and catfish have the following advantages for cultivation in a great variety of aquaculture systems: good adaptability to diverse environmental conditions, easy domestication, breeding, handling, and feed conversion. Both fish species are commercially viable at the national and international levels and represent a healthy, economical and nutritious food alternative. Tilapia and catfish, though predominantly vegetarian species, are omnivorous and capable of feeding on a wide variety of plants and organic matter. The farming of these species in Mexico developed rapidly with improvements in pond management and the identification and control of diseases and prepared food stocks (Mejía-Mojica *et al.* 2013).

The feeding of organisms in the aquaculture sector depends on industrialized formulated diets and represents 50 to 60% of the production cost of aquaculture species (Watanabe 2002). Lipids are the major source of

energy for fish and play an important role in the animal's metabolism, including the biosynthesis of essential fatty acids. Fish oils are the basis for the formulation of commercial feed and are the most common source of lipids with a high content of highly unsaturated fatty acids (HUFAs). At the international level, an entire industrial sector is dedicated to the production of fish oils from small marine species (sardines, anchovies and eels). The capture of fish from marine ecosystems solely to supply the world's aquaculture farms is not sustainable. The growth of the aquaculture sector has caused a progressive shortage of fish meal and fish oil, an increase in the price of this resource and consequently an increase in the price of feed for farmed fish; particularly oil of animal origin constitutes one of the bottlenecks for industrial feed formulations (Gatlin *et al.* 2007; Deng *et al.* 2017). Vegetable oils represent an alternative source of lipids for the formulation of balanced feed for freshwater organisms, soy oil is among the main sources of vegetable oil to be explored. Soy, because of its high oil content, constitutes a sustainable alternative for the formulation of fish feed; 60% of the total soybean lipids are polyunsaturated fatty acids (PUFAs), which are precursors of HUFAs (Torres & Tovar 2009; Zhou *et al.* 2017). HUFAs are physiologically more important than PUFAS because of their critical role in the integrity of cell membranes (Santerre *et al.* 2015). Thus, the substitution of soy oil for fish oil must not be undertaken without experiments in order to preserve the fish health and fish farming productivity.

Adequate nutrition and good water quality are essential factors for the prophylaxis and control of diseases in intensive aquaculture and for successful fish farming. An infectious outbreak of bacterial origin can cause serious economic losses, thus the prophylactic use of antibiotics is common in the aquaculture industry. However, this use has led to the emergence and selection of resistant bacteria (Lara-Flores 2011; Banerjee & Ray 2017). Probiotics are live microbes that may serve as dietary supplements and in adequate amounts confer a health benefit to the host. Probiotics represent an alternative to the excessive application of antibiotics because they strengthen the fish's immune system, increase its resistance to diseases, and may improve fish growth (Welker & Lim 2011; Sankar *et al.* 2017). Additionally, it has been reported that lactic acid bacteria (LABs) act against intestinal pathogens and other microorganisms and compete for cell surface and mucin binding sites (Liu *et al.* 2013). LABs, yeast and probiotic bacteria from the genus *Bacillus* are the most commonly used in the area of aquaculture (Gatesoupe 2016). There is evidence that probiotics improve the efficiency of feed conversion (Welker & Lim 2011). Waché *et al.* (2006) highlight the positive effect of the yeast *Saccharomyces cerevisiae* on the growth of rainbow trout (*Onchorhynchus mykiss*). Several trials have also highlighted the importance of supplementation of fish feeding with probiotics during the larval stage (Lara-Flores 2011). It has also been shown that supplementation of diets with live yeast, *Debaryomyces hansenii*

(1.1%), improves the maturation of the gastric system and the survival of seabass larvae (*Dicentrarchus labrax*). Some authors suggest that this effect is due to the fact that the yeast produces a large amount of polyamines in the intestinal lumen of these fish (Tovar-Ramírez *et al.* 2004; Gatesoupe 2007; Tovar-Ramírez *et al.* 2010).

Polyamines are ubiquitous aliphatic amines of low molecular weight, essential for cell cycle progression and differentiation. The control of the homeostasis of the main polyamines, putrescine (Pu), spermidine (Spd) and spermine (Spm), also involves - in addition to their complex biosynthesis- the processes of retroconversion, degradation and transport (Babbar & Gerner 2011; Kalač 2014; Andersen *et al.* 2015). The intestinal mucosa is a tissue of rapid renewal and is sensitive to the intake and presence of food in the digestive tract. Diet polyamines and those derived from the intestinal microbiota have been reported to be important during the postnatal and adult stages of organisms, including fish (Deloyer *et al.* 2001). These molecules are required for the growth of the intestinal mucosa (Löser *et al.* 1999) and the renewal of intestinal epithelial cells through the modulation of apoptosis and the expression of several genes (Peulen *et al.* 2000; Rao & Wang 2011). Polyamines are also necessary for the biochemical, maturation and immunological and morphological adaptation of the intestines and subsequent growth of the fish. These effects are dose-dependent and it has been shown that

Spm (tetraamine) and Spd (triamine) play a more important role than Pu (diamine) in this process (Deloyer *et al.* 2001). The objectives of this work were to compare the weight, standard length and, levels of intestinal polyamines, of Nile tilapia (*O. niloticus*) and channel catfish (*I. punctatus*), fed for 120 days diets with a base of fish and / or soybean oil and supplemented with a commercial multistrain probiotic.

## Materials and Methods

### *Fish used in the study*

The fish were provided as fry by the Aquamol Aquaculture Farm located in Jamay, Jalisco, México, and were acclimated to the laboratory conditions for one month, fed with 1.5 mm commercial pellets, with 42% crude protein. Subsequently, they were distributed randomly in 12 fish tanks of 30 x 45 x 60 cm (25 fish per fish tank), with three tanks per diet. The diets were administered *ad libitum* three times a day. The basal weight at the beginning of the experimental period was  $8.96 \pm 0.3$  g for tilapia and  $5.04 \pm 1.39$  g for catfish; at initiation the standard basal lengths were  $26.78 \pm 3.71$  cm for tilapia and  $7.03 \pm 0.64$  cm for catfish (averages  $\pm$  standard deviation).

### *Description of the diets*

**Diet C:** Commercial pellets with 32% crude protein and 8% lipids, of which 2% are fish oils and 6% soybean oils. **Diet CP:** diet C + probiotics. **Diet S:** alternative diet with 32% of crude protein, 8% of soybean oil, absence of fish oils. **diet SP:** diet S + probiotics. Bacterol-

shrimp-Forte is a commercial probiotic available from Veterinary Pharmacology (FAV, Santiago, Chile). Its formulation contains a mixture of microorganisms including *Bacillus spp.*, *Lactobacillus acidophilus* and *Saccharomyces cerevisiae*. The probiotic was supplied together with the feed in a proportion of 1 g Kg<sup>-1</sup> of feed in dry form. The pelleted food was manufactured by Consorcio Súper SA de CV (Guadalajara, Jal, Mexico).

### *Biometrics*

The experiments lasted 120 days; periodically, individual fish were collected to determine the relationship between standard weight and length during the development of the fish, until the end of the breeding stage. The relationship between both measures was analyzed by applying the polynomial regression formula for biological systems as described by Bhujel (2008). The fish were anesthetized with clove oil, sacrificed, and intestine samples were removed by dissection under aseptic conditions (Télliez-Bañuelos *et al.* 2014). During collection, the tissues were kept on ice, and samples were maintained at -20°C until their analysis.

### *HPLC determination of polyamines*

The intestine samples (50 mg) were treated with 0.05 M trichloroacetic acid (Merck, Kenilworth, NJ, USA) in 0.5 N HCl (Mallinckrodt Backer, DF, Mexico), in a 1:2 ratio (w:v). The process of chromatographic separation of polyamines is based on a previous report of Irecta-Nájera *et al.* (2017). The HPLC equipment used contains a autosampler (AS3000,

Spectra-Physics, Stahnsdorf, Germany), a flow pump (515, Waters, Milford, MA, USA) and a C18 reverse phase column (150 mm x 4.6 mm, Inertsil ODS-2, with a 5  $\mu\text{m}$  particle diameter, Varian, Walnut Creek, CA, USA). A flow of 0.5 mL  $\text{min}^{-1}$  was used. Detection was performed by fluorescence, by post-column derivatization with ortho-phthalaldehyde (Merck, Hohenbrunn, Germany). The polyamines were identified according to their retention time as compared with commercial standards of known concentrations of Pu, Spd and Spm (Sigma Aldrich, St. Louis, MO, USA). 1,7-Diaminoheptane (Sigma Aldrich, St. Louis, MO, USA) was used as the internal standard of the chromatographic process. The data were analyzed with the Galaxie program version 1.9 (Varian, Walnut Creek, CA, USA). Each sample was analyzed in duplicate and the concentrations were expressed in  $\text{nmol } \mu\text{L}^{-1}$ .

#### *Statistical analysis*

To analyze the effects of the diets on growth (weight and standard length), a one-way analysis of variance was performed. The means of the polyamine levels between species were compared using the Student t-test and the Statgraphics Centurion XVI program. To analyze the levels of polyamines over time, the results of the four diets were grouped and the means  $\pm$  standard deviations of the levels of each polyamine were calculated using the Sigmaplot 11.0 program. One-way analysis of variance was applied after verifying normality, homogeneity of variance, as well as random distribution of

data error. The post hoc comparison of means was performed using the SNK test or the Kruskal Wallis test. In all cases, a  $P < 0.05$  was considered significant (Zar 1999).

### **Results**

#### *Growth of tilapia and channel catfish*

Even though some organisms supplemented with the probiotics presented a higher weight for a given fish length, no significant differences ( $P > 0.05$ ) between the growth values of tilapia or catfish fed the different diets, were observed. Figures 1 and 2 show the growth data with the four diets of Nile tilapia and channel catfish, respectively. The polynomial regression equation (PRE) for tilapia was:  $Y = 1.081X^2 - 14.03X + 69.80$ , with  $R^2 = 0.970$ ; for the catfish the values were:  $Y = 0.500X^2 - 4.025X + 5.097$ , with  $R^2 = 0.979$ . No significant differences were found in the PRE of the fish grown under the four different diets.

#### *Effect of the four diets on intestinal polyamine levels*

The experimental data indicate that there were no statistical differences in the polyamine levels between the fish fed the four diets (data not shown). Due to this observation, the levels of each polyamine were averaged across the four diets for the analysis of polyamine levels over time. When averaged over the 120 day experimental period, significantly higher levels ( $\text{nmol } \mu\text{L}^{-1}$ ) of Pu ( $P < 0.05$ ) were observed in tilapia ( $0.0194 \pm 0.0048$ ) than in catfish ( $0.0145 \pm 0.0025$ ), while Spd levels showed no differences between the two species. Spm levels ( $\text{nmol } \mu\text{L}^{-1}$ ) were significantly higher ( $P < 0.05$ ) in catfish ( $0.1037 \pm 0.0143$ ) than in tilapia ( $0.0561 \pm 0.0196$ ).

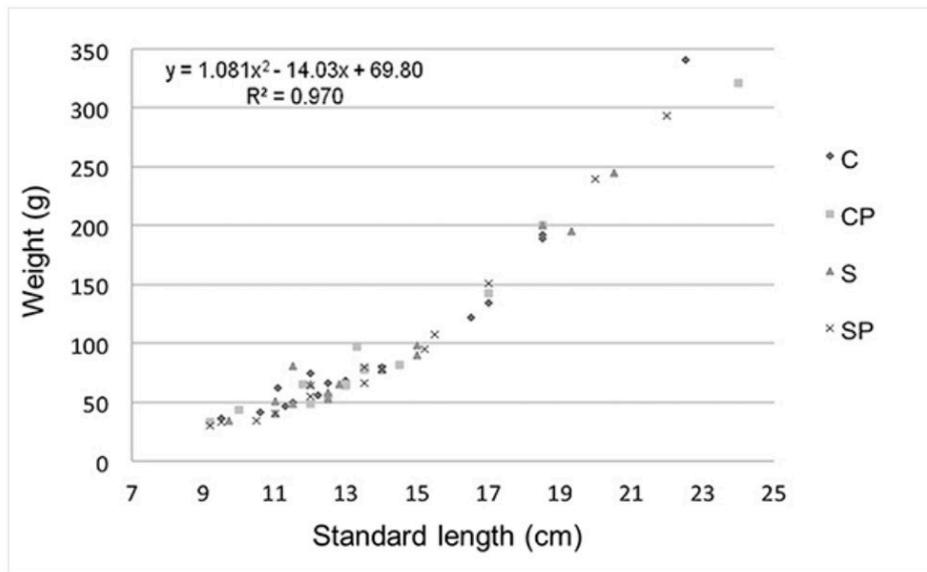


Figure 1. Growth of Nile tilapia represented as weight (g) and standard length (cm), during the experimental period of 120 days. The fish were fed with the control diet C (2% fish oil and 6% soybean oil), the alternative diet S (8% soybean oil and without fish oil) and the CP and SP diets, which correspond to the C and S diets supplemented with probiotics.

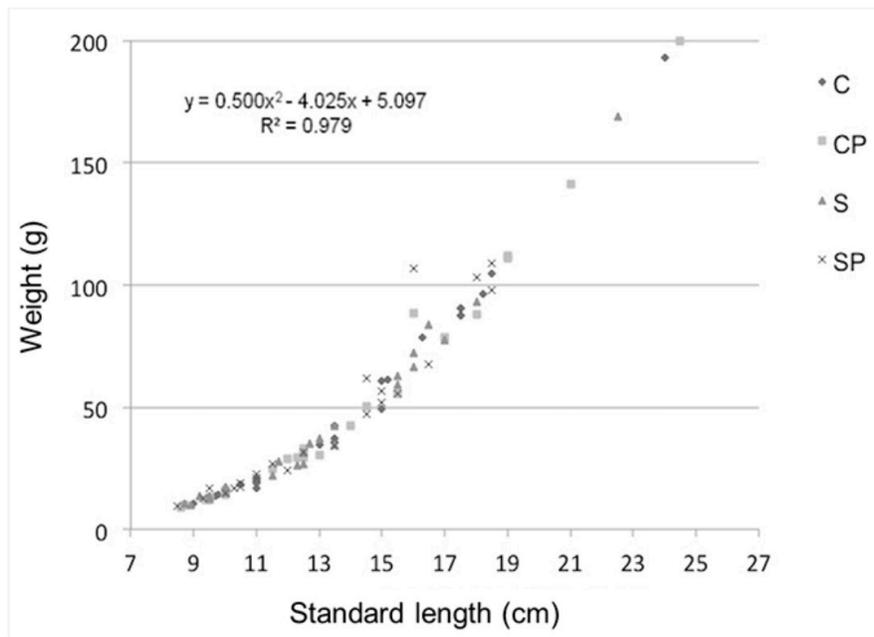


Figure 2. Growth of channel catfish represented as weight (g) and standard length (cm), during the experimental period of 120 days. The fish were fed with the control diet C (2% fish oil and 6% soybean oil), the alternative diet S (8% soybean oil and without fish oil) and the CP and SP diets, which correspond to the C and S diets supplemented with probiotics.

*Polyamine levels during the growth of Nile tilapia*

Figure 3 shows that the intestinal levels of the three polyamines showed a tendency to diminish over the time course of the experiment; the concentration of Spd ( $\text{nmol } \mu\text{L}^{-1}$ ) was found to be significantly higher ( $P < 0.05$ ) on the first day ( $0.1732 \pm 0.0444$ ) versus day 120 of the experiment ( $0.0386 \pm 0.0139$ ).

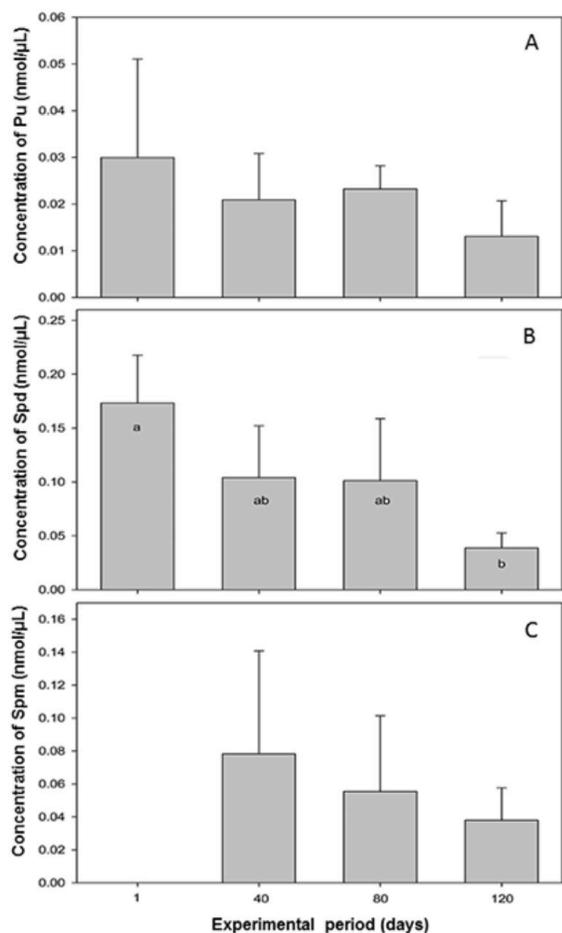


Figure 3: Levels of polyamines in the intestine of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) during the 120 day experimental period. A: putrescine (Pu), B: spermidine (Spd) and C: spermine (Spm). Note that spermine levels were below the limit of detection at day 40. Each bar represents the mean  $\pm$  standard deviation ( $N = 8$ , expressed in  $\text{nmol } \mu\text{L}^{-1}$ ). The bars with different letters differ significantly ( $P < 0.05$ ).

*Polyamine levels during the growth of channel catfish*

Figure 4 shows the intestinal polyamine levels of the catfish throughout the experimental time course. In this species, a significant increase ( $P < 0.05$ ) in the intestinal levels ( $\text{nmol } \mu\text{L}^{-1}$ ) of the three polyamines was observed between day 20 (Pu,  $0.0229 \pm 0.0123$ ; Spd,  $0.1360 \pm 0.0482$ ; Spm,  $0.1570 \pm 0.0310$ ) in comparison with day 120 (Pu,  $0.0093 \pm 0.0081$ ; Spd,  $0.0583 \pm 0.0119$ ; Spm,  $0.0651 \pm 0.0183$ ).

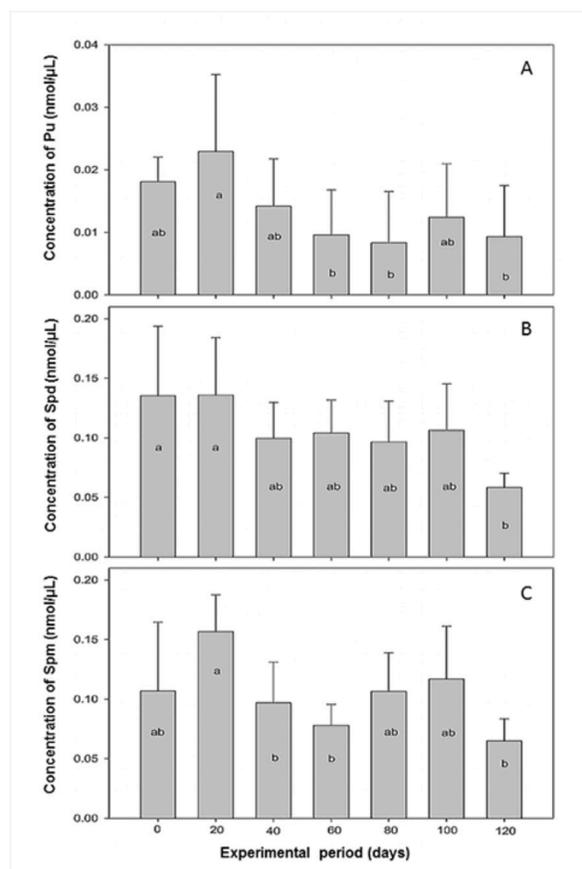


Figure 4: Levels of polyamines in the intestine of channel catfish (*Ictalurus punctatus*) during the 120 day experimental period. A: putrescine (Pu), B: spermidine (Spd) and C: spermine (Spm). Each bar represents the mean  $\pm$  standard deviation ( $N = 8$ , expressed in  $\text{nmol } \mu\text{L}^{-1}$ ). The bars with different letters differ significantly ( $P < 0.05$ ).

## Discussion

In this work, we evaluated the levels of biogenic polyamines in the intestines of juvenile tilapia and catfish fed diets with replacement of fish oil with soybean oil and supplemented with a commercial multistrain probiotic. The effect of these diets on the growth of fish was also evaluated as these data are not well reported for both species which are economically important and represent a fast-growing sector of aquaculture worldwide.

The growth curves coincide with expected charts for tilapia and channel catfish respectively (Hai 2015; Mota *et al.* 2015). Interestingly, the total substitution of soybean oil for fish oil did not affect the growth of tilapia (*O. niloticus*) or catfish (*I. punctatus*). This result is similar to that of Jiang *et al.* (2013), who found that replacing fish oil with soybean oil did not significantly affect the growth and muscle fatty acid levels of the freshwater fish *Pelteobagrus vachelli*. The partial replacement of fish oil by different vegetable oils, 80% in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), and 50% in Atlantic salmon (*Salmo salar*) did not compromise growth, survival or food use in these species (Rosenlund *et al.* 2001; Caballero *et al.* 2002). Similarly Hunt and Tekelioglu (2008) reported that soybean oil could be used as a partial dietary substitute for fish oil within compound feeds for sea bass (*Dicentrarchus labrax*). In marine species such as *Sciaenops ocellatus*, substitution levels of up to 70-80% fish oil to soybean oil or flaxseed oil were tested without decreasing growth (Lochmann & Gatlin 1993; Tucker *et al.* 1997). However, in a different marine species, *Sparus aurata* (gilthead sea bream), the total replacement of fish oil by these vegetable oils decreased growth, phagocytic activity and activation of the alternative pathway of the complement

system, while diets with a partial substitution (50%) of vegetable oils for fish oil did not affect these parameters (Montero *et al.* 2008). Similarly, the growth performance of turbot fish (*Scophthalmus maximus*), found in marine or brackish waters, was significantly lower when fish oil was totally replaced by soy oil. The negative impact of vegetable oil in these particular species could be related to the unbalanced fatty acid profile and to their poor palatability and digestibility and may affect marine fish more than fresh water fish (Caballero *et al.* 2002). Fish oils are the most common source of lipids with a high content of HUFAs, so the lack of these fatty acids in vegetable oil is a factor that could affect fish growth. In a previous study, in the liver and brain of tilapia and catfish administered these same diets, we showed that the S diet does not significantly increase the transcriptional expression of the  $\Delta 6$ -desaturase ( $\Delta 6$ -FAD) and elongase (FAE), so these fish probably have the ability to transform PUFAs (of vegetable origin) into HUFAs (of animal origin) (Santerre *et al.* 2015). These earlier results and those of the present work indicate the practical feasibility of feeding Nile tilapia and channel catfish, two omnivorous freshwater species with diets containing soybean oil as a unique lipid source. The large scale implementation of this replacement diet could help reduce the increasing demand for fish oil due to the rapid development of the aquafeed industry and the great pressure that the fish oil industry puts on worldwide natural fishery resources (Du *et al.* 2017). This dietary observation is especially pertinent for tilapia, which has been reported as the second most cultivated fish species worldwide, with production levels increasing rapidly over the last ten years, due to its fitness for aquaculture, marketability and steady price market (Hai 2015).

The supplementation of the C and S diets

with probiotics did not indicate an effect on the growth of tilapia or catfish. Our data differ from those of Apún-Molina *et al.* (2009) who, in a 134-day study, at sub-optimal temperatures (19.9 - 24.82°C), demonstrated that juvenile tilapia experienced significantly better growth when they were fed Bacillus and LABs isolated from tilapia (either separately or together); these results suggest that these probiotics are appropriate for the stimulation of fish growth even at low temperatures. Hai (2015), in a review on the use of probiotics in tilapia aquaculture, highlighted the importance of several factors when using commercial probiotics in aquaculture of tilapia. These factors include: the use of multiple versus single probiotic strains, the administration method (in feed or in water), and the dosage and the duration of use. When evaluating the efficacy of probiotic supplementation of feed, another important aspect to consider is the adherence of the probiotic to the intestinal mucosa: Liu *et al.* (2013) reported the effects of two probiotic strains of Lactobacillus on juvenile tilapia; they used a more adherent strain (*L. brevis*) and a less adherent one (*L. acidophilus*). These authors concluded that the degree to which the Lactobacillus strain adheres to the intestines is an important criterion for the selection of the probiotic strain that will produce the most beneficial effects on survival, growth, feed conversion, immune response and resistance to fish diseases. We have previously reported that the Bacterol-Shrimp diet supplementation did not modify the concentration of LABs in the intestines of tilapia and catfish (Santerre *et al.* 2015) and it is likely that the lack of adherence of the strains used explains our current results with respect to the lack of growth differences between the four diets. That is to say that the effect of the probiotic and its polyamine content may have been only transient because of the

lack of adherence within the digestive system and may not have provided a continuous benefit for fish growth.

Focusing on polyamines, in this current study we found that the levels of these biomolecules in the intestines of tilapia or catfish fed the C and S diets were not significantly different, thus indicating that the substitution of soy oil for fish oil in the feed did not affect negatively the homeostasis of the polyamines of either species. Additionally, the supplementation of the food with the commercial probiotic (CP and SP) did not modify the levels of these molecules either. These results contrast with those of Tovar-Ramírez *et al.* (2004), who studied the role of yeasts in the secretion of polyamines in the intestines of larval stage snook (*Dicentrarchus labrax*), and suggested that dietary yeast activates the expression of genes associated with the immune system, promotes intestinal maturation and increased enterocyte nutrient absorption due to the high secretion of Spd and Spm by the yeasts. Based on the above references, it is suggested that the state of development of the fish at the time of supplementation with the probiotic is an important factor for the observation of beneficial effects on growth, food conversion, immune response and resistance to diseases. It is notable that we began this experiment with juvenile fish as this is the typical stage at which the fish farmer buys their organisms in order to grow them for food production; however, our experimental results and the reviewed literature suggest that it is necessary to supplement the diet with probiotics at an earlier stage which may provide extra levels of polyamines in order to assist in the maturation of the fish digestive system and provide long term benefit for fish growth.

When evaluating the intestinal levels of Pu, Spd and Spm in catfish over time, we observed that

their concentrations were significantly elevated at day 20 of experimentation when compared to day 120. The same tendency was observed in tilapia even though it did not reach significance. This could be due to the fact that by the end of the experimental period the fish had reached full growth and intestinal maturation, therefore decreasing polyamine requirements.

In conclusion, our data indicate that the diet formulated with soybean oil had no adverse effect on the growth and the intestinal polyamine levels in Nile tilapia and channel catfish. Thus it may be possible to replace the dietary fish oil for the less expensive soy oil. For large scale farming this would help reduce the dependency of the aquaculture sector on fish oil, and contribute to the preservation of the balance of the marine ecosystem. On the other hand, as our results did not show a significant effect of the probiotic used, larger follow-up studies will be

required in order to test the effects of other probiotic strains, especially those that adhere to the intestine in early stages of fish development.

### Acknowledgements

The development of this project was made possible thanks to the financial support of COECYTJal (project no 25-2008-609) and the PFCE and P3E Programs of the University of Guadalajara for the academic group, CA-482-Biology of the Immune Response. We specially thank M.Sc. Veronica Carolina Rosas-Espinoza, for her logistical support with the statistical analysis of the experimental data. We also thank our colleagues and fellow members of our research group, CA-482, Dr. Jesse Haramati and Dra. María Elena Sandoval Pinto, for their excellent revision of the manuscript and assistance with the English translation.

### Literature cited

- Andersen, S.M., Holen, E., Aksnes, A., Rønnestad, I., Zerrahn, J.-E. & Espe, M. (2015) Adult Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) adapts to long-term surplus dietary arginine supplementation. *Aquacult. Nutr.*, **21**, 355-363. doi:10.1111/anu.12168
- Apún-Molina, J.P., Santamaría-Miranda, A., Luna-González, A., Martínez-Díaz, S.F. & Rojas-Contreras, M. (2009) Effect of potential probiotic bacteria on growth and survival of tilapia *Oreochromis niloticus* L., cultured in the laboratory under high density and suboptimum temperature. *Aquacult. Res.*, **40**, 887-894. doi:10.1111/j.1365-2109.2009.02172.x
- Babbar, N. & Gerner, E.W. (2011) Targeting polyamines and inflammation for cancer prevention. *Recent Results Cancer Res.*, **188**, 49-64. doi:10.1007/978-3-642-10858-7\_4
- Banerjee, G. & Ray, A.K. (2017) The advancement of probiotics research and its application in fish farming industries. *Res. Vet. Sci.*, **115**, 66-77. doi:10.1016/j.rvsc.2017.01.016
- Bhujel, R.C. (2008) Statistics for aquaculture, Wiley-Blackwell, Ames, Iowa, USA.
- Caballero, M.J., Obach, A., Rosenlund, G., Montero, D., Gisvold, M.G. & Izquierdo, M.S. (2002) Impact of different dietary lipid sources on growth, lipid digestibility, tissue fatty acid composition and histology of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Aquaculture*, **214**, 253-271. doi:10.1016/S0044-8486(01)00852-3
- Deloyer, P., Peulen, O. & Dandriofosse, G. (2001) Dietary polyamines and non-neoplastic growth and disease. *Eur. J. Gastroenterol. Hepatol.*, **13**, 1027-1032.
- Deng, J.M., Wang, Y., Chen, L.Q., Mai, K.S., Wang, Z. and Zhang, X. (2017), Effects of replacing plant proteins with rubber seed meal on growth, nutrient utilization and blood biochemical parameters of tilapia (*Oreochromis niloticus* x *O. aureus*). *Aquacult. Nutr.*, **23**, 30-39. doi:10.1111/anu.12355
- Du, J., Xu, H., Li, S., Cai, Z., Mai, K. & Ai, Q. (2017) Effects of dietary chenodeoxycholic acid on growth performance, body composition and related gene expression in large yellow croaker (*Larimichthys crocea*) fed diets with high replacement of fish oil with soybean oil. *Aquaculture* **479**, 584-590. doi:10.1016/j.aquaculture.2017.06.023
- Gatesoupe, F.J. (2007) Live yeasts in the gut: occurrence, dietary introduction, and their effects on fish health and development. *Aquaculture*, **267**, 20-30. doi:10.1016/j.aquaculture.2007.01.005
- Gatesoupe, F. (2016) Probiotics and other microbial manipulations

- in fish feeds: prospective update of health benefits. In: Probiotics, Prebiotics, and Synbiotics - Bioactive Foods in Health Promotion (Watson, R.R. & Preedy, V.R. eds). pp 319-328. Elsevier Ltd. England. doi: [10.1016/B978-0-12-802189-7.00021-6](https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802189-7.00021-6)
- Gatlin, D.M., Barrows, F.T., Brown, P., Dabrowski, K., Gibson Gaylord, T., ... Wurtele, E. (2007) Expanding the utilization of sustainable plant products in aquafeeds: a review. *Aquacult. Res.*, **38**, 551-579. doi: [10.1111/j.1365-2109.2007.01704.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2007.01704.x)
- Hai, N.V. (2015) Research findings from the use of probiotics in tilapia aquaculture: A review. *Fish Shellfish Immunol.*, **45**, 592-597. doi: [10.1016/j.fsi.2015.05.026](https://doi.org/10.1016/j.fsi.2015.05.026)
- Hunt, A.O. & Tekelioglu, N. (2008) Effect of dietary lipid sources on the growth and body fatty acid composition of sea bass (*Dicentrarchus labrax* L. 1758). *J. Anim. Vet. Adv.*, **7**, 915-923.
- INAPESCA (2012) Diario Oficial de Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Available at [<https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/117714/Carta-Nacional-Pesquera-2012.pdf>]. Accessed December 19, 2017.
- Irecta-Nájera, C.A., Huizar-López, M.D.R., Casas-Solís, J., Castro-Félix, P. & Santerre, A. (2017) Protective effect of *Lactobacillus casei* on DMH-induced colon carcinogenesis in mice. *Probiotics Antimicrob. Proteins*, **9**, 163-171. doi: [10.1007/s12602-017-9253-2](https://doi.org/10.1007/s12602-017-9253-2)
- Jiang, X., Chen, L., Qin, J., Qin, C., Li, E. & Jiang, H. (2013) Effects of dietary soybean oil inclusion to replace fish oil on growth, muscle fatty acid composition, and immune responses of juvenile darkbarbel catfish, *Pelteobagrus vachelli*. *Afr. J. Agric. Res.*, **8**, 1492-1499. doi: [10.5897/AJAR12.156](https://doi.org/10.5897/AJAR12.156)
- Kalač, P. (2014) Health effects and occurrence of dietary polyamines: A review for the period 2005–mid 2013. *Food Chem.*, **161**, 27-39. doi: [10.1016/j.foodchem.2014.03.102](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.03.102)
- Lara-Flores, M. (2011) The use of probiotic in aquaculture: an overview. *Int. Res. J. Microbiol.*, **2**, 471-478.
- Liu, W., Ren, P., He, S., Xu, L., Yang, Y., Gu, Z. & Zhou Z. (2013) Comparison of adhesive gut bacteria composition, immunity, and disease resistance in juvenile hybrid tilapia fed two different lactobacillus strains. *Fish Shellfish Immunol.*, **35**, 54-62. doi: [10.1016/j.fsi.2013.04.010](https://doi.org/10.1016/j.fsi.2013.04.010)
- Lochmann, R.T. & Gatlin, D.M. (1993) Essential fatty acid requirement of juvenile red drum (*Sciaenops ocellatus*). *Fish Physiol. Biochem.*, **12**, 221-235.
- Löser, C., Eisel, A., Harms, D. & Fölsch, U.R. (1999) Dietary polyamines are essential luminal growth factors for small intestinal and colonic mucosal growth and development. *Gut*, **44**, 12-16.
- Mejía-Mojica, H., Paredes-Lira, M.A. & Beltrán-López, R.G. (2013) Primer registro y establecimiento del bagre de canal *Ictalurus punctatus* (Siluriformes: Ictaluridae) en un tributario del Río Balsas, México. *Hidrobiológica*, **23**, 456-459.
- Montero, D., Grasso, V., Izquierdo, M.S., Ganga, R., Real, F., Tort, L. Caballero, M.J. & Acosta, F. (2008) Total substitution of fish oil by vegetable oils in gilthead sea bream (*Sparus aurata*) diets: effects on hepatic Mx expression and some immune parameters. *Fish Shellfish Immunol.*, **24**, 147-155. doi: [10.1016/j.fsi.2007.08.002](https://doi.org/10.1016/j.fsi.2007.08.002)
- Mota, V.C., Limbu, P., Martins, C.I.M., Eding, Ep.H., Verreth J.A.J. (2015) The effect of nearly closed RAS on the feed intake and growth of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*), African catfish (*Clarias gariepinus*) and European eel (*Anguilla anguilla*). *Aquacult. Eng.*, **68**. doi: [10.1016/j.aquaeng.2015.06.002](https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2015.06.002)
- Peulen, O., Deloyer, P., Grandfils, C., Loret, S. & Dandrifosse, G. (2000) Intestinal maturation induced by spermine in young animals. *Livest. Prod. Sci.*, **66**, 109-120. doi: [10.1016/S0301-6226\(00\)00218-9](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(00)00218-9)
- Rao, J.N. & Wang, J.Y. (2011) Regulation of Gastrointestinal Mucosal Growth. In Colloquium Series on Integrated Systems Physiology. In: Molecule to Function to Disease (Granger, D.N. & Granger, J.P. Vol. 15, series eds.), pp. 11-114. Morgan & Claypool Publishers. Princeton, NJ, USA.
- Rosenlund, G., Obach, A., Sandberg, M.G., Standal, H. & Tveit, K. (2001) Effect of alternative lipid sources on long term growth performance and quality of Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Aquacult. Res.*, **32**, 323-328. doi: [10.1046/j.1355-557x.2001.00025.x](https://doi.org/10.1046/j.1355-557x.2001.00025.x)
- Sankar, H., Philip, B., Philip, R. & Singh, I.S.B. (2016) Effect of probiotics on digestive enzyme activities and growth of cichlids, *Etroplus suratensis* (Pearl spot) and *Oreochromis mossambicus* (Tilapia). *Aquacult. Nutr.*, **23**, 852-864. doi: [10.1111/anu.12452](https://doi.org/10.1111/anu.12452)
- Santerre, A., Téllez-Bañuelos, M.C., Casas-Solís, J., Castro-Félix, P., Huizar-López, M.R., ... Juaréz-Carrillo, E. (2015) Δ6-fatty acid desaturase and fatty acid elongase mRNA expression, phagocytic activity and weight-length relationships in channel catfish (*Ictalurus punctatus*) fed alternative diets with soy oil and probiotics. *Genet. Mol. Res.*, **14**, 11222-11234. doi: [10.4238/2015.September.22.16](https://doi.org/10.4238/2015.September.22.16)
- Téllez-Bañuelos, M.C., Ortiz-Lazareno, P.C., Jave-Suárez, L.F., Siordia-Sánchez, V.H., Bravo-Cuellar, A., Santerre, A. & Zaitseva, G.P. (2014) Endosulfan decreases cytotoxic activity of

- nonspecific cytotoxic cells and expression of granzyme gene in *Oreochromis niloticus*. *Fish Shellfish Immunol.*, **38**, 196-203. doi: [10.1016/j.fsi.2014.03.012](https://doi.org/10.1016/j.fsi.2014.03.012)
- Torres, N. & Tovar, A. (2009) La historia del uso de la soya en México, su valor nutricional y su efecto en la salud. *Salud Publica Mex.*, **51**, 246-254.
- Tovar-Ramírez, D., Zambonino-Infante, J., Cahu, C., Gatesoupe, F.J. & Vázquez-Juárez, R. (2004) Influence of dietary live yeast on European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) larval development. *Aquaculture*, **234**, 415-427. doi: [10.1016/j.aquaculture.2004.01.028](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2004.01.028)
- Tovar-Ramírez, D., Mazurais, D., Gatesoupe, J.F., Quazuguel, P., Cahu, C.L. & Zambonino-Infante, J.L. (2010) Dietary probiotic live yeast modulates antioxidant enzyme activities and gene expression of sea bass (*Dicentrarchus labrax*) larvae. *Aquaculture*, **300**, 142-147. doi: [10.1016/j.aquaculture.2009.12.015](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2009.12.015)
- Tucker, J.W., Lellis, W.A., Vermeer, G.K., Roberts, Jr D.E. & Woodward, P.N. (1997) The effects of experimental starter diets with different levels of soybean or menhaden oil on red drum (*Sciaenops ocellatus*). *Aquaculture*, **149**, 323-339. doi: [10.1016/S0044-8486\(96\)01448-2](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(96)01448-2)
- Waché, Y., Auffray, F., Gatesoupe, F.J., Zambonino, J., Gayet, V., Labbé, L. & Quentel, C. (2006) Cross effects of the strain of dietary *Saccharomyces cerevisiae* and rearing conditions on the onset of intestinal microbiota and digestive enzymes in rainbow trout, *Onchorhynchus mykiss*, fry. *Aquaculture*, **258**, 470-478. doi: [10.1016/j.aquaculture.2006.04.002](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2006.04.002)
- Watanabe, T. (2002) Strategies for further development of aquatic feeds. *Fisheries Sci.*, **68**, 242-252. doi: [10.1046/j.1444-2906.2002.00418.x](https://doi.org/10.1046/j.1444-2906.2002.00418.x)
- Welker, T.L. & Lim, C. (2011) Use of probiotics in diets of tilapia. *J. Aquac. Res. Development*, **S1**:014. doi: [10.4172/2155-9546.S1-014](https://doi.org/10.4172/2155-9546.S1-014)
- Zar, J.H. (1999) Biostatistical Analysis. 4th edn. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, USA.
- Zhou, Z., Ringø, E., Olsen, R.E. & Song, S.K. (2017) Dietary effects of soybean products on gut microbiota and immunity of aquatic animals: A review. *Aquacult. Nutr.*, doi: [10.1111/anu.12532](https://doi.org/10.1111/anu.12532).

# Comercio de plantas medicinales en mercados municipales de Guadalajara

<sup>1</sup>Javier E. García de Alba Verduzco, <sup>2</sup>Javier E. García de Alba García, <sup>2</sup>Ana L. Salcedo Rocha, <sup>3</sup>Marisela Rodríguez Morán, <sup>1\*</sup>Blanca C. Ramírez Hernández

<sup>1</sup>Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara. Km 15.5 Carretera Guadalajara-Nogales, Las Agujas, Zapopan, Jal. C.P. 45110. <sup>2</sup>Unidad de Investigación Social, Epidemiológica y de Servicios de Salud, Instituto Mexicano del Seguro Social-Jalisco. Belisario Domínguez 1000. Col Independencia. Guadalajara, Jal. C.P. 44340. <sup>3</sup>Departamento de Teorías e Historia, División de Artes y Humanidades, Centro Universitario de Arte, Arquitectura y Diseño, Universidad de Guadalajara. Calz. Independencia Nte. 5075, Huentitán El Bajo, 44250 Guadalajara, Jal.

Autor para correspondencia: blanca.ramirez@academicos.udg.mx

## Trade of medicinal plants in municipal markets of Guadalajara

### Resumen

El uso de las plantas medicinales es un fenómeno cultural que ha prevalecido por siglos en el mundo. Se enfatiza en el conocimiento que los proveedores de plantas medicinales poseen con respecto al propio conocimiento de usos, así como de las plantas comercializadas con mayor frecuencia en Guadalajara. Se llevó a cabo un estudio en tres mercados municipales: el Mercado Libertad, en el Mercado Felipe Ángeles y en el Mercado de Abastos. Las principales plantas comercializadas *Haematoxylon brasiletto*, *Passiflora jorullensis*, *P. edulis*, *Citrus medica*, *Citrus sinensis*, *Magnolia officinalis*, *Cedronella mexicana*, *Citrus sp.*, *Agastache mexicana*, *Tilia sp.* están asociadas a tratamiento de enfermedades de vías urinarias, para tratamiento de estrés y enfermedades del sistema circulatorio, entre otras. Se enfatiza que la medicina tradicional es vista como una estrategia de cobertura de los servicios de salud cuando la atención de los servicios oficiales es insuficiente o inaccesible para ciertos grupos, por lo tanto, los mercados tienen un papel preponderante para la atención en salud.

**Palabras clave:** Etnoantropología, fitoterapia, plantas medicinales

### Abstract

The use of medicinal plants is a cultural phenomenon that has prevailed for centuries in the world. Emphasis is placed on the knowledge that the suppliers of medicinal plants possess with respect to their own knowledge of uses, and of the plants marketed most frequently in Guadalajara. A study was carried out in three municipal markets: Mercado Libertad, Mercado Felipe Ángeles and Mercado de Abastos. The main commercialized plants *Haematoxylon brasiletto*, *Passiflora jorullensis*, *P. edulis*, *Citrus medica*, *Citrus sinensis*, *Magnolia officinalis*, *Cedronella mexicana*, *Citrus sp.*, *Agastache mexicana*, *Tilia sp.* are associated with the treatment of diseases of the urinary tract, for the treatment of stress and diseases of the circulatory system, among others. It is emphasized that traditional medicine is seen as a strategy of coverage of health services when the attention of official services is insufficient or inaccessible for certain groups, therefore markets have a preponderant role for health care.

**Keywords:** Ethnoanthropology, phytotherapy, medicinal plants

## Introducción

El uso de medicinas alternativas como las plantas medicinales y los suplementos dietarios ha sido una práctica tradicional que a la fecha continúa (Hernández, 2016). El 80% de la población mundial aún depende de remedios herbolarios tradicionales (Soria y Ramos, 2015), y se estima que al menos 35 mil especies vegetales presentan potencial para uso medicinal (García de Alba *et al.*, 2012). La gran diversidad vegetal y la amplia riqueza cultural, ha favorecido el aprovechamiento de las plantas con fines medicinales desde épocas prehispánicas, este patrimonio cultural ha sido transmitido a través de las generaciones, de manera que algunas costumbres aún subsisten y son ejercidas cotidianamente por la población mexicana, tanto en áreas rurales como en urbanas (Hersch-Martínez, 2015).

La herbolaria tradicional Mexicana se basa en aproximadamente 4,000 especies que tienen atributos medicinales (CONABIO, 2012), y se ha comprobado que algunas plantas que se usan con fines medicinales tienen principios activos y algunos de estos se emplean para la elaboración de fármacos comerciales. El uso y la comercialización de fitofármacos y productos naturales con fines medicinales ha mostrado un crecimiento en los últimos años, y esto se evidencia con el aumento significativo en la oferta y la demanda mundial por este tipo de productos comerciales (Hersch-Martínez, 2015).

La medicina tradicional es el conjunto de creencias, costumbres, experiencias y

prácticas que forman todo un sistema para tratar padecimientos; en México tiene origen prehispánico y a través de generaciones ha incorporado elementos de otras culturas, hecho marcado por la llegada de los españoles (Acosta, 1993), esta terapéutica tiene vigencia y arraigo en la vida cotidiana ya que contribuye de manera importante a la salud comunitaria (Jiménez *et al.*, 2015).

Por otro lado, los primeros pobladores nómadas en Jalisco ocuparon un territorio relativamente pequeño, particularmente en la subcuenca de Sayula, que incluye las zonas de las lagunas de Zacoalco y Chapala. La agricultura surgió hace siete mil años, dando lugar a los primeros núcleos de población del Occidente de México (Muriá, 1996). Existen indicios en diferentes regiones de Jalisco de la variación sociocultural (Weigand y García de Weigand, 1998) lo que indica la influencia de varias culturas en esta región de Occidente. La Región de Occidente, particularmente Jalisco, se convirtió en una zona agrícola importante, en parte debido a que era un corredor económico. A inicios del s. XX, Jalisco llegó a exportar a Estados Unidos algunas plantas medicinales, aunque la mayoría de la producción era para autoconsumo (Aldana, 1986), sin embargo, a la fecha, el cultivo de plantas medicinales no ha tenido impacto económico importante. Esto se refleja a nivel nacional ya que ninguna de las grandes empresas mayoristas maneja el total de las especies medicinales nacionales, en nuestro país son relativamente escasas las investigaciones de

la flora medicinal que incorporan elementos formales de comercialización de los recursos herbolarios y de sus productos derivados (Gutiérrez *et al.*, 2000; Hersch-Martínez, 2015), si consideramos el número total de especies con propiedades medicinales.

En Jalisco hay una amplia tradición de la herbolaria como alternativa de salud en diferentes estratos económicos y grupos sociales (Valadez *et al.*, 2003). Esta tradición herbolaria tiene sus orígenes en los grupos étnicos más importantes en Jalisco como los Wixárikas al norte del Estado y la cultura nahua al sur de Jalisco, ambas con rasgos culturales que incluyen evidencia del uso de plantas curativas.

En la Zona Metropolitana de Guadalajara se reportan más de 212 especies de plantas comercializadas con fines medicinales, las especies más usadas se emplean para contrarrestar padecimientos nerviosos y digestivos, seguidos por enfermedades crónico-degenerativas, gran parte de las plantas vendidas a granel en la ciudad de Guadalajara provienen de los estados de Puebla, San Luis Potosí y Michoacán (Herrera, 1992; García de Alba *et al.*, 2012).

Si bien la cosmovisión en torno al uso tradicional de las plantas medicinales refleja aspectos socioeconómicos de los usuarios (Bañuelos, 2007), tales prácticas tienen un origen de efectividad-conocimiento empírico. Los saberes en torno al uso de las plantas medicinales recaen en personajes tales como los herbolarios, quienes suelen ubicarse en áreas o locales que se

especializan en venta y prescripción acorde a los padecimientos de los consumidores. El objetivo de este trabajo fue identificar las principales plantas comercializadas con fines medicinales desde la perspectiva de los herbolarios, así como las enfermedades que se tratan con estos recursos.

## **Materiales y Métodos**

El presente trabajo pretende entender el uso y el conocimiento popular que se tiene de las plantas medicinales en los principales mercados de la Guadalajara. Los mercados incluidos en este estudio fueron El Mercado Felipe Ángeles, El Mercado Libertad, más conocido como Mercado de San Juan de Dios y El Mercado de Abastos que son tres de los mercados más importantes de Guadalajara, considerados como puntos de distribución para venta al mayoreo y menudeo de plantas medicinales, entre otros productos.

Debido a que el objetivo de este trabajo fue identificar las principales plantas que se comercializan en los puntos de distribución mencionados, se consideró como fuente de información a los locatarios obteniendo información sobre la práctica herbolaria (con apoyo de equipo electrónico para el registro de datos), bajo el supuesto de que tienen una mayor competencia y dominio cultural sobre la utilidad y aplicación de las plantas medicinales (Urióstegui-Flores, 2015), además de considerar que estos actores, proporcionarían información más puntual en lo que se refiere a las plantas más comercializadas. Para tal efecto se utilizaron

técnicas cualitativas que permitieron rescatar los datos (conocimiento y creencias) obtenidos de los informantes del proceso de la práctica médica herbolaria asociada a la venta de plantas con uso medicinal.

Se utilizó un cuestionario semiestructurado (Hernández Sampieri *et al.*, 2010). Dentro de las preguntas planteadas se incluyó una de lista libre la cual consistió en solicitar un listado de las plantas vendidas con más frecuencia en sus locales, así como el uso que se le da a cada una de ellas. La información obtenida fue básica para el enfoque de consenso cultural de la antropología cognitiva se pudo conocer la estructura del dominio semántico de ciertos conceptos, el nivel de conocimiento compartido y la singularidad de este conocimiento a manera de modelo cultural, cuantificando su variabilidad y relevancia.

Los criterios de inclusión para seleccionar a los informantes clave fueron: ser expendedor mayor de edad con un establecimiento fijo dentro de los mercados Felipe Ángeles, Libertad y de Abastos con una experiencia mínima de tres años como herbolario, y participación de forma voluntaria.

El análisis de datos se basó en los componentes de preferencia de consumo referida por los informantes clave.

Se incluyeron para este trabajo las respuestas de 12 informantes clave que debido a su oficio y liderazgo agrupan conocimientos de una comunidad (Hernández Sampieri *et al.*, 2010).

## Resultados y discusión

El 40% de los entrevistados fueron mujeres y 60% hombres. Las edades fluctuaron entre 27 y 70 años. La escolaridad del 50 % de los entrevistados fue educación básica concluida (primaria y secundaria) el 30% carecía de estudios y el resto contaba con preparatoria trunca o completa.

La mayoría (80%) de los informantes aprendió el uso de las plantas medicinales de forma generacional, es decir el conocimiento fue adquirido a través de sus familiares directos (padres, abuelos, tíos) y debido a su trabajo en un negocio familiar. El resto fue por algún conocido cercano y en libros de herbolaria general. La dinámica de transmisión de conocimientos se basa generalmente en una persona que posee la información en torno a las plantas medicinales, ya que los entrevistados señalaron que en términos generales, era la abuela o abuelo, la madre o el padre quienes les transmitieron los conocimientos de forma cotidiana, es decir sin un sistema de enseñanza educativo formal en donde, sin embargo, se reconoce una estructura cognitiva basada en los usos fitoterapéuticos; se toma en cuenta el perfil de aprovechamiento de la planta y la demanda de los usuarios. Acorde a lo reportado acerca de que la medicina tradicional es transmitida de generación en generación (Mariscal, 2014) y a la postura de Schutz que manifiesta que nos encontramos en un mundo previamente estructurado (Cruz Coutiño, 2015), los entrevistados confirmaron esta circunstancia, al explicar haber “heredado” esta tradición, la cual

se practica (en un proceso de enseñanza continuo) inclusive por años hasta adquirir la experiencia suficiente para poder ejercer la herbolaria.

En el Cuadro 1 se exponen las principales plantas que los herbolarios indicaron como más solicitadas por los compradores, las cuales están referidas acorde al consenso cultural. Estos últimos generalmente acuden porque las plantas son efectivas y asocian este recurso a una cuestión

económica, ya que mencionan ser más baratas que la medicina alópata. Los principales motivos de consulta y adquisición en estos puestos son la atención a enfermedades infectocontagiosas (infecciones de vías urinarias, enfermedades respiratorias, enfermedades gastrointestinales) y crónico-degenerativas (diabetes, presión arterial) incrementando recientemente la demanda para padecimientos como el estrés (para los nervios) y sobrepeso.

Cuadro 1. Plantas medicinales comercializadas con más frecuencia y relevancia en mercados municipales de la zona metropolitana de Guadalajara. Las cuales están referidas acorde al consenso cultural.

NOMBRE COMÚN*	NOMBRE CIENTÍFICO**	PROPIEDADES ATRIBUIDAS*
PALO DE BRASIL	<i>Haematoxylon brasiletto</i> Karst	Vías urinarias y circulación
PASIFLORA	<i>Passiflora jorullensis</i> <i>P. edulis</i> Sims.	Contra el insomnio (sedante), antiespasmódico
AZAR	<i>Citrus medica</i> L. <i>Citrus sinensis</i> (L.) Osheck	Para los nervios
SIETE AZARES (MAGNOLIA, ZAPOTE BLANCO, AZAR, TORONJIL, TRES TILAS)	<i>Magnolia officinalis</i> <i>Cedronella mexicana</i> Benth. <i>Citrus</i> sp. <i>C. medica</i> L. <i>Agastache mexicana</i> <i>Tilia</i> sp.	Para los nervios
HOJA SEN	<i>Fluorensia cernua</i> O.C. <i>Caesalpinia exostemma</i> O.C.	Laxante (motilidad intestinal)
ZAPOTE	<i>Plantago mexicana</i> <i>P. psyllium</i> L.	Para contrarrestar la fiebre, laxante
ROMERO	<i>Rosmarinus officinalis</i> L.	Ceborrea, caspa, da brillo al cabello
CHAPARRO AMARGO	<i>Castela tortuosa</i> Liemb. <i>Castela</i> sp.	Desparasitante
EUCALIPTO	<i>Eucaliptus</i> sp. <i>Eucaliptus globulus</i> L. <i>Eucalyptus tereticornis</i> Sm.	Fiebre, enfermedades de vías respiratorias
QUINA ROJA	<i>Chinchona officinalis</i> L.	Circulación

ZARZAPARRILLA	<i>Smilax</i> sp. <i>S. moranensis</i> Mart.	Circulación
JOJOBA	<i>Simondsia chinensis</i> Liak. Nutt.	Enfermedades renales; ceborrea, caspa, da brillo al cabello
PALO DULCE	<i>Eysenhardtia polystachya</i> Ort. Sarg.	Enfermedades renales
TRANCHALAGUA	<i>Erythraea tetramera</i> Schiede	Para bajar de peso
COCOLMECA	<i>Smilax</i> sp. <i>S. cordifolia</i> Humb. et Bonpl.	Para bajar de peso
RAIZ DE LIMA	<i>Citrus limetta</i> Risso	Para bajar de peso
MELISA	<i>Melissa officinalis</i> L.	Nervios, ayuda a la digestión
ROSA DE CASTILLA	<i>Rosa entifolia</i> L.	Diarreas y cólicos infantiles, enfermedades respiratorias
TILA	<i>Tilia mexicana</i> Schl. <i>Tilia</i> sp.	Regula presión, para los nervios
CUASIA	<i>Quassia amara</i> L.	Efecto antifétil
CHAYA	<i>Cnidocolus chayamansa</i> Mc. Vaugh	Diabetes
CANCERINA	<i>Psychotria sessilifolia</i> Mart. et Gal.	Enfermedades renales
FLOR DE PEÑA	<i>Selaginella rupestris</i> Sprag.	Enfermedades renales y hepáticas
COLA DE CABALLO	<i>Equisetum hyemale</i> L. <i>E. robustum</i> Schlecht & Cham.	Enfermedades renales (limpia los riñones)
MATARIQUE	<i>Senecio</i> sp. <i>S. cervaria e folius</i> Hemsl.	Diabetes
OLIVO	<i>Olea europea</i> L.	Infecciones del estómago
GUAYACAN	<i>Guaiaacum sanctum</i>	Fiebre, infecciones, enfermedades renales
DAMIANA	<i>Turnera diffusa</i> Willd.	Sistema nervioso, afrodisiaco
ESTAFIATE	<i>Artemisia mexicana</i> <i>A. ludoviciana</i> Natt.	Bilis, desparasitante
CUACHALALATE	<i>Amphypterigium adstringens</i> Schl.	Para quemar grasa, colitis
UÑA DE GATO	<i>Uncaria tomentosa</i>	Cáncer
ÁRNICA (Árnica mexicana)	<i>Heterotheca inuloides</i> Cass.	Antiinflamatorio
RUDA	<i>Ruta graveolons</i> L.	Antiespasmódico, emenagogas, histeria, abortiva, cólicos hepáticos, epilepsia, matapijos

VALERIANA	<i>Valeriana ceratophylla</i> H.B.K. <i>Valeriana</i> sp.	Sedante
GORDOLOBO	<i>Gnaphalium</i> sp. <i>G. conoideum</i> Kunth.	Tos, asma, bronquitis
PALO DE LAS TRES COSTILLAS	<i>Serjania triquetra</i> Ralk.	Enfermedades renales (diurético)
PRODIGIOSA	<i>Calea scabra</i> var. <i>palustris</i> Mc. Vaugh	Bilis, inflamación de vías urinarias, debilidad, afrodisiaco

\*Información proporcionada por los informantes

\*\*Información resultado de consulta <http://www.tropicos.org/>.

Investigaciones realizadas en el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) demuestran que el uso de plantas medicinales es muy difundido entre los derechohabientes de esta institución (Flores, 2016). Los usos más comunes son para el tratamiento de problemas de “nervios”, diabetes mellitus, trastornos renales, alteraciones hepáticas y obesidad. Se encontró que este uso se atribuye a la transmisión de saberes y prácticas entre los grupos estudiados es predominantemente por tradición familiar y el uso de la herbolaria fue complementario.

En nuestros días, la medicina tradicional ha sido estudiada desde diversos puntos de vista; uno de ellos es el antropológico, en donde la salud-enfermedad es considerada como un acontecimiento cultural. De este hecho se desprende que la relación hombre-medicina tradicional sea mediada por el conjunto de creencias, valores y signos de la cultura de la que forma parte y en la que compromete al sentido personal de su vida eligiendo lo que le es comprensible, utilitario y lo que le comunica emociones gratificantes. Esto es, la cultura es una creación colectiva y personal, y ante la presencia

de enfermedad no es suficiente la explicación causal, el diagnóstico o la terapéutica, se requiere además que el individuo esté convencido de que esto es verdadero y útil para que le produzca satisfacción (Flores, 2016). Por otro lado, Camacho y Guzmán (2006) al considerar el roce existente entre la medicina tradicional y el saber especializado (científico), contemplan la conveniencia de aplicar estrategias pedagógicas tendientes a favorecer rupturas epistemológicas que pongan a los médicos en condiciones de revalorar el legado cultural de la medicina tradicional, para así incorporar los saberes de la misma en su práctica médica.

La medicina tradicional también ha sido vista como una estrategia de cobertura de los servicios de salud cuando la atención de los servicios oficiales es insuficiente o inaccesible para ciertos grupos, por lo tanto, los mercados tienen un papel preponderante para la atención en salud. En estos sitios la medicina tradicional es una forma reproducible y perdurable para conseguir la salud. Dicha terapéutica estaría dada por el desarrollo del conocimiento, y éste a su vez enriquece un conocimiento popular que

demuestra su vigencia por la certidumbre de sus resultados y como alternativa a servicios de salud insuficientes (Alejandro *et al.*, 2010).

El punto de vista utilitario señala que sin lugar a dudas el conocimiento adecuado puede contribuir al fomento de la medicina alternativa (Gómez Álvarez, 2012). A este respecto se han hecho numerosas recopilaciones de plantas medicinales y de sus propiedades, así como la domesticación y tecnología para el cultivo de plantas medicinales, y la formación de viveros, o bien la elaboración de un cuadro básico de medicamentos con la implementación de jardines botánicos comunitarios de plantas medicinales.

Partiendo de que el proceso salud-enfermedad es considerado como un acontecimiento cultural, y de las diferencias existentes entre la medicina oficial y tradicional, hemos de referirnos a nuestro problema de estudio como una realidad dialéctica en la que se encuentran como contrapartes el conocimiento tradicional y el saber científico, en esta realidad se encuentran principalmente dos ámbitos: el de la medicina oficial y el del saber popular. Estas contrapartes de la realidad no son excluyentes, por lo que resulta oportuno exponer las convergencias existentes entre estas dos posiciones con el fin de ofrecer alternativas, tanto a los usuarios como a los procuradores de la salud, para proporcionar un mejor estado de salud que satisfaga las expectativas de la salud misma requeridas por la gente.

Es necesario comprender el significado

que se le da al uso de las plantas medicinales, ya que de esta forma se podrá entrar en el ámbito de la comprensión de por qué la gente utiliza este tipo de alternativa terapéutica. Para este fin resulta útil la teoría fenomenológica (Cruz Coutiño, 2015), de la cual tomaremos como punto de partida el hecho de que los actos son analizados desde un punto de vista cotidiano con el cometido de explicar las estructuras de tales experiencias para entender sus rasgos comunes o fundamentales.

En relación al significado de la herbolaria, se infiere que ésta es una terapéutica natural y efectiva para los usuarios, al tiempo de que proporciona una forma de saber qué enfermedades se padecen y cómo curar cada una de ellas, lo que nos indica que el uso de las plantas medicinales es una terapéutica aprobada, a la par que proporciona un modo de mantener una identidad como pueblo, evidenciándose así una forma de poder y autoridad, manifestándose en el dominio de la naturaleza (conocimiento de las plantas para uso medicinal).

Lo anterior nos lleva a decir que en nuestra “cultura de la curación”, es necesario comprender de qué manera es entendida la enfermedad, y la forma de adquirir nuevamente la salud, por lo que el ajuste entre la medicina tradicional y la postura oficial se dará en la medida en que se revalore el legado cultural de la medicina tradicional para así incorporar los saberes de la misma en la práctica médica.

Es pertinente, por lo tanto, considerar un cuadro básico de plantas medicinales, el cual

vendría a satisfacer una necesidad para dar a conocer las propiedades de un grupo de plantas que son comúnmente utilizadas y puedan ser consideradas medicamentos alternativos. Esto también podría coadyuvar a la solución de un problema de salud pública bien conocido, la insuficiente cobertura de los servicios de salud ante una población cada vez mayor (Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2011), por lo que esta propuesta resulta una alternativa real para un país en vías de desarrollo con una gran tradición herbolaria.

### Consideraciones finales

El panorama que nos ofrecen los conocimientos en torno a la herbolaria nos indica la diversidad de formas de las que se ha tratado o estudiado las plantas medicinales, sin embargo la integración de ellas, por ejemplo el uso tradicional empinado con el conocimiento científico, nos podrían ayudar a fortalecer la utilización de este recurso tradicional para coadyuvar a resolver algunos problemas que giran en entorno a la salud (e.g. falta de recursos económicos por parte del

usuario de los servicios de salud para tratar de recuperar la salud; cobertura insuficiente de los servicios de salud; falta de identificación cultural con los servicios de salud).

La vigencia de la herbolaria se debe no sólo a que se obtienen resultados positivos, sino porque el proceso salud-enfermedad es entendido y tratado en un contexto cultural que incluye el tratamiento con plantas medicinales. Asimismo, la gente ejerce el poder del conocimiento al saber aplicar una terapéutica como la herbolaria para sus problemas de salud, inclusive en ambientes urbanos.

En México, diversas instituciones de investigación llevan a cabo estudios en torno a la práctica de la herbolaria y su efectividad, sin embargo, es menester hacer un mayor esfuerzo con el cometido de complementar tratamientos con terapéuticas consensadas por la propia población, de manera que el paciente y el sector salud puedan tener más de una alternativa para procurar la salud de la población.

### Literatura citada

Acosta de la Luz, L.L. 1993. *Proporciónese salud: Cultive plantas medicinales*, La Habana: Editorial Científico Técnica.

Alejandro, M., Alberto, M., Gama Campillo, L. M., & Mariaca Méndez, R. 2010. El uso de las plantas medicinales en las comunidades Maya-Chontales de Nacajuca, Tabasco, México. *Polibotánica*, (29), 213-262.

Aldana, R.M. 1986. *E l campo Jalisciense durante*

*el porfiriato*. Instituto de Ciencias Sociales. Universidad de Guadalajara, Guadalajara, México, 168 p.

Bañuelos, F. N. 2007. *C o n s i d e r a c i o n e s metodológicas para el diseño de propuestas de desarrollo local/regional sustentable en comunidades indígenas*. Ra Ximhai. Universidad Autónoma Indígena de México. 3(1):27-47.

Camacho R, Guzmán C. 2006. *Constructivismo y medicina*

*tradicional. (Una experiencia en la formación médica)*. En: Izquierdo T, Aguirre E, editores. *Medicina tradicional en el contexto de la antropología médica*. Experiencias que iluminan la enseñanza y la práctica en las ciencias de la salud. México: Universidad Autónoma Metropolitana.

CONABIO. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2012. *Estrategia Mexicana para la Conservación Vegetal, 2012-*

2030. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, D.F. disponible desde Internet en [https://www.biodiversidad.gob.mx/pais/emcv/pdf/EMCV\\_Completa\\_Baja.pdf](https://www.biodiversidad.gob.mx/pais/emcv/pdf/EMCV_Completa_Baja.pdf)
- Cruz Coutiño, A. 2015. Ciencia, Experiencia y Oralidad. Archipiélago. Revista cultural de nuestra América, 22(86).
- Flores, A. U. 2016. Aceptación de medicina tradicional por personal médico en Taxco de Alarcón, Guerrero, México. Comité Editorial de Revisores por Área de la Ciencia, 36.
- García de Alba G., J.E., B. C. Ramírez H., G. Robles A., J. Zañudo H., A.L. Salcedo R. y J. E. García de Alba V. 2012. “Conocimiento y Uso de las Plantas Medicinales en la Zona Metropolitana de Guadalajara”, en *Revista Desacatos* Vol. 39 Mayo-Agosto.
- Gómez Álvarez, R. 2012. Plantas medicinales en una aldea del estado de Tabasco, México. *Revista fitotecnica mexicana*, 35(1), 43-49.
- Gutiérrez, D.M.A., A.S.Y. Betancourt y A.I. Betancourt. 2000. *Mercados de plantas medicinales de México en EUA y Canadá. Listado básico de especies*. Ecología y Desarrollo de Tlaxcala y Puebla A.C. Red Mexicana de Plantas Medicinales y Aromáticas. Universidad Autónoma de Tlaxcala. México. Pp. 33.
- Hernández, A. Q. 2016. Las plantas medicinales. *Biocenosis*, 21(1-2).
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., y Baptista Lucio, P. 2010. Metodología de la investigación. New York: McGraw-Hill Interamericana, 299-341.
- Hersch-Martínez, P. 2015. La doble subordinación de la etnobotánica latinoamericana en el descubrimiento y desarrollo de medicamentos: algunas perspectivas. *Etnobiología*, 2(1), 103-119.
- Hersch-Martínez, P., & Chévez, L. G. (2017). Investigación participativa en etnobotánica. Algunos procedimientos coadyuvantes en ella. *Dimensión Antropológica*, 8, 129-153.
- ISO 690
- Herrera, S.B.A. 1992. “Comercialización de plantas medicinales en la ciudad de Guadalajara, Jalisco”. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad de Guadalajara.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2011. <http://www.censo2010.org.mx/>
- Jiménez Cabrera, Pascual Alexander., Martín, Hernández Juárez, Gildardo Espinosa Sánchez, Guillermo, Mendoza Castelán & Bell Torrijos Almazán, Marcia. 2015. Los saberes en medicina tradicional y su contribución al desarrollo rural: estudio de caso Región Totonaca, Veracruz. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 6(8), 1791-1805.
- Mariscal, H. A. 2014. Medicina herbolaria: Remedios viejos para males nuevos. *Horizonte sanitario*, 13(3), 221-222.
- Martínez M. 1996. Las plantas medicinales de México. Séptima reimpresión. Ed. Botas. México, D.F. 656 p.
- Muriá, J.M. 1996. Sumario Histórico de Jalisco. Gráfica Nueva. Guadalajara, Jalisco, México. 574 p.
- Soria, N., & Ramos, P. 2015. Uso de plantas medicinales en la atención primaria de salud en Paraguay: algunas consideraciones para su uso seguro y eficaz. *Memorias del Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Salud*, 13(2), 08-17.
- Urióstegui-Flores, A. 2015. Hierbas medicinales utilizadas en la atención de enfermedades del sistema digestivo en la ciudad de Taxco, Guerrero, México. *Revista de Salud Pública*, 17, 85-96.
- Valadez I., N. Alfaro, y E. Pozos. 2003. “Cuidados alternativos en la atención del embarazo en Jalisco, México”, en “*Cadernos de Saúde Pública*” Vol. 19 no. 5 pp. 1313-1321.
- Weigand P.C. y A. García de Weigand. 1998. *Ameca prehispánica, en: El Occidente de México: Arqueología, Historia y Medio Ambiente Perspectivas Regionales*. Actas de IV Coloquio de Occidentalistas. Ávila P., R. J.P. Emphoux, L.G. Gastélum, S. Ramírez, O. Schödube y F. Valdez, eds. Universidad de Guadalajara Instituto Francés de Investigación Científica para el Desarrollo en Cooperación. Guadalajara, Jalisco, México. Pp. 33-42.
- Weller, S. C., & Romney, A. K. (1988). Systematic data collection (Vol. 10). Sage publications.