

Desarrollo y evaluación de un yogurt bebible adicionado de extracto liofilizado de *Justicia spicigera* como colorante natural

¹Luis Alfonso Jiménez Ortega*, ²Lucía Barrientos Ramírez, ¹Esther Albarrán Rodríguez

Development and evaluation of a drinkable yoghurt added of lyophilized extract of *Justicia spicigera* as natural coloring

¹Licenciatura en Ciencia de los Alimentos, Departamento de Salud Pública, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara. Camino Ing. Ramón Padilla Sánchez No. 2100, C. P. 45110, ejido de Nextipac, Zapopan, Jalisco, México. ²Departamento de Madera Celulosa y Papel, Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, Universidad de Guadalajara. Camino Ing. Ramón Padilla Sánchez No. 2100, C. P. 45110, ejido de Nextipac, Zapopan, Jalisco, México

*autor de correspondencia:
FoodScienceTech@hotmail.com

Resumen

Algunos alimentos funcionales se producen mediante la adición (enriquecimiento/fortificación) de nutrientes o aditivos naturales que mejoran los atributos sensoriales. De esta manera el yogurt es un alimento atractivo tanto por los consumidores como por la industria para innovar en sus formulaciones. El objetivo del trabajo fue desarrollar la formulación de un yogurt bebible, adicionado con extracto hidroetanólico liofilizado de *Justicia spicigera* como sustituto de color, y la evaluación de sus características fisicoquímicas y sensoriales **Metodología:** Se emplearon hojas frescas de *Justicia spicigera*, mismas que fueron deshidratadas en un horno de secado, durante 48 horas a una temperatura de 35 °C. Las hojas se molieron y dejaron en extracción en una solu-

ción hidroalcohólica (H₂O/EtOH) (70:20 v/v), mediante agitación constante a 150 rpm, a 25 °C durante 48 h. El extracto fue filtrado y el etanol se recuperó por medio de un rotavapor. El extracto se liofilizo y se mantuvo en congelación (-16°C) hasta su utilización. Se elaboraron, mediante un proceso estandarizado, dos formulaciones de yogurt bebible bajo en grasa: sin y con adición de extracto como colorante al 0.5%. Los análisis fisicoquímicos de humedad, ceniza, proteína, grasa butírica, pH, °Bx, acidez titulable y viscosidad se efectuaron conforme las técnicas establecidas por la A.O.A.C (1990). Se estimó el contenido nutricional. **Resultados:** Se estandarizó el proceso de obtención del extracto liofilizado de *Justicia spicigera* y su incorporación al yogurt. Las características sensoriales fueron: color púrpura, textura característica, olor predominante herbal gracias al extracto, el sabor fue ácido característico, con una nota herbal y la consistencia líquida característica. La acidez alcanzada por el grupo control fue de 4.42, mientras que la del adicionado del extracto liofilizado fue de 4.90. En cuanto a su composición nutricional el contenido de proteína fue de 3 %, lípidos 2 % y carbohidratos 4.5 %. **Conclusiones:** Se obtuvo el extracto liofilizado de *Justicia spicigera* que se incluyó de manera adecuada como colorante natural a un yogurt bebible.

Palabras claves: antocianinas, alimento funcional, metabolitos secundarios, antioxidante.

Abstract

Some functional foods are produced by the addition (enrichment or fortification) of nutrients or natural additives that enhance sensory attributes. In this way yogurt is an attractive food for both consumers and the industry to innovate in their formulations. The aim of the research was to develop the formulation of a drinkable yogurt, adding a lyophilized hydroethanolic extract from *Justicia spicigera* as a substitute for color, and to evaluate the physicochemical and sensory yogurt. **Methodology:** Fresh leaves were obtained from *Justicia spicigera*, dehydrated in a drying oven for 48 hours at a temperature of 35 °C. The dehydrated leaves were ground and macerated in a hydro alcoholic solution (H₂O/EtOH) (70:20 v/v). It was left under constant stirring at 150 rpm, 25 °C, and 48 h. The extract was filtered and the ethanol was recovered by means of a rotary evaporator. The extract was lyophilized and kept under freezing (-16 °C) until its use. Two formulations of low-fat drinking yoghurt were prepared using a standardized process: without and with the addition of the lyophilized extract, as a 0.5% dye. Physicochemical analysis of moisture, ash, protein, butterfat, pH, Bx, titratable acidity and viscosity were carried out according to the techniques established by A.O.A.C. (1990). The approximate nutritional content was estimated. **Results:** The process of obtaining the lyophilized extract of *Justicia spicigera* and its incorporation into yogurt was standardized. The sensory characteris-

tics were: purple color, characteristic texture, the predominant smell was herbal thanks to the extract, the acid taste was characteristic with a herbal note and the liquid characteristic consistency. The acidity reached by the control group was 4.42, while

that of the of the lyophilized extract was 4.90. Regarding its nutritional composition, the protein content was 3 %, lipids 2 % and carbohydrates 4.5 %. **Conclusions:** The lyophilized extract of *Justicia spicigera* was obtained, which was included in a

suitable way as a natural coloring to drinkable yoghurt.

Keywords: anthocyanins, functional food, secondary metabolites, antioxidant.

Introducción

Los alimentos lácteos son el segmento alimentario con mayor número de innovaciones en productos y procesos los cuales se enfocan principalmente en aspectos sensoriales y en los últimos años en desarrollar alimentos funcionales. El cambio de tendencias en la alimentación alrededor del mundo sigue siendo un gran reto para los departamentos de investigación y desarrollo, ya que los consumidores demandan alimentos nutritivos, inocuos y sensorialmente aceptables (Murcia 2015).

Algunos alimentos funcionales lácteos se producen mediante la adición (enriquecimiento/fortificación) de nutrientes. De esta manera el yogurt es un alimento atractivo tanto por los consumidores como por la industria para innovar en sus formulaciones (Ozturkoglu 2016). Los alimentos funcionales y nutraceuticos son ingredientes los cuales promueven la buena salud y reducen el riesgo de padecer enfermedades crónico-degenerativas. Otros autores mencionan que puede ser un extracto, un compuesto natural como el resveratrol, vitaminas y antioxidantes que se añaden a los productos (Shibamoto *et al.* 2008; Reis *et al.* 2017).

Los ingredientes naturales son una opción saludable que se ha explotado en la industria en los últimos años, esto para desarrollar

nuevas formulaciones con efectos benéficos a la salud. Aunado a la creciente demanda de los consumidores por aditivos naturales (Oliveira *et al.* 2017). Los colorantes naturales están tomando gran auge en la industria alimenticia y demandados por los consumidores, ya que es bien sabido que si se administran de forma adecuada estos colorantes naturales pueden llegar a ser promotores de buena salud (Martins *et al.* 2017). El color es uno de los atributos sensoriales más importantes de los alimentos y es determinante de la calidad y aceptación por parte de los consumidores (Gamila *et al.* 2013).

Un ejemplo de productos naturales son los polifenoles los cuales poseen actividades bioquímicas benéficas para el organismo como antioxidante, acelera la apoptosis celular, tiene propiedades anticancerígenas entre otras más (Han *et al.* 2011). Otros productos naturales como las antocianinas actúan como pigmentos naturales por dicha razón se ha propuesto el uso del *Justicia spicigera* como colorante natural. Además de que el uso de esta planta como colorante textil data desde tiempos prehispánicos, principalmente utilizado por civilizaciones mesoamericanas como los Mayas en la península de Yucatán, México (Chan *et al.* 2014).

Justicia spicigera es una planta nativa del sur de México utilizada para varios fines

medicinales. También se ha utilizado como pigmento obteniendo tonalidades de lila a violeta, dependiendo de las condiciones y variables de extracción, el compuesto responsable del color son las antocianinas presentes en las hojas particularmente. Además, contiene compuestos fenólicos a los cuales se les atribuye la actividad antioxidante, en las hojas se ha identificado un flavonol denominado kaempferol y su ramnósido kaempferitrina, siendo una planta con potenciales usos en la industria alimentaria (Baqueiro y Guerrero 2017; Pavón *et al.* 2011).

El objetivo de este trabajo fue desarrollar la formulación de un yogurt bebible, adicionado con extracto hidroetanólico liofilizado de *Justicia spicigera* como sustituto de color, y la evaluación de sus características fisicoquímicas y sensoriales.

Materiales y Métodos

La investigación fue tipo experimental, comparativa y prospectiva. La obtención de los extractos se realizó en el laboratorio de extraíbles perteneciente al Departamento de Madera Celulosa y Papel, del Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingeniería.

La formulación y realización del yogurt se desarrolló dentro del laboratorio de Investigación y Desarrollo de la empresa Lacta Aditivos alimenticios®. Las evaluaciones fisicoquímicas y sensoriales se desarrollaron dentro del Laboratorio de Fisicoquímica Alimentaria perteneciente al Departamento de Salud Pública, del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias.

Obtención del extracto de *Justicia spicigera*

Se recolectaron manualmente las hojas frescas de *Justicia spicigera* de un vivero ubicado en Zapopan, Jalisco, México, se lavaron con agua potable y se deshidrataron en un horno de secado (Terlab® BTC-9100) durante 48 horas a una temperatura de 35 °C. Posteriormente las hojas deshidratadas se molieron en una licuadora (Oster®) y se procedió a la extracción en una solución hidroalcohólica H₂O: EtOH, en una proporción 70:20 v/v. La relación del material vegetal y disolvente fue 40 g - 600 mL. Se dejó en agitación constante a 150 rpm, a una temperatura de 25 °C durante 48 horas, en un equipo shaking incubator (Labtech®).

Una vez terminadas las 48 horas de extracción, el extracto se filtró con papel Whatman No.1 y se procedió a concentrar la muestra con un rotavapor BUCHI® R-100, a 40 °C durante 2 horas, hasta recuperar por completo el etanol. La muestra fue congelada a -16 °C para su liofilización en un liofilizador (Lab Conco® Freeze Dryer 4.5) durante 48 horas. El extracto fue guardado bajo congelación (-16 °C) hasta su utilización.

Formulación del yogurt

Se desarrolló la formulación de un yogurt bebible bajo en grasa, siguiendo las siguientes proporciones: leche entera 47 %, leche light 50.47 %, leche descremada en polvo 1%, Lactin (Y) 11® 0.8% (estabilizante), Lactin (KS) Plus® 0.2% (conservador), cultivos lácticos comerciales 0.3% y extracto liofilizado de *Justicia spicigera* como colorante 0.5%. Cabe mencionar que se empleó un grupo control sin extracto

de *Justicia spicigera*.

Desarrollo del yogurt

Se mezcló la leche entera con la leche light, posteriormente se calentó la mezcla a 40 °C y se añadió la leche descremada en polvo y el Lactin (KS) Plus® (en agitación constante con un agitador mecánico de propela, marca IKA®, modelo RW20), se elevó la temperatura a 50 °C y se agregó lentamente y a agitación elevada el estabilizante Lactin (Y) 11®, se subió la temperatura a 66 °C y se procedió a homogeneizar a 1800 psi (300 psi en el paso 2 y se completó a 1800 psi con el paso 1) mediante un homogeneizador semi-industrial, posteriormente se subió a 80 °C para pasteurizarlo, después se bajó la temperatura a 43-45 °C y se agregó el extracto liofilizado, se mezcló con un agitador manual, posteriormente se agregó el cultivo láctico y se dispersó manualmente, se incubó a 43°C en un horno de secado (Terlab® BTC-9100) durante 5 horas (cada hora se tomó lectura de pH para realizar curva de acidificación) posterior a la incubación se texturizó mediante agitación constante durante 1 hora, se enfrió a 10 °C, se envasó en moldes de plástico de 1 L y se refrigeró a 4 °C hasta su utilización en los análisis fisicoquímicos.

Análisis fisicoquímicos

Los análisis de humedad, ceniza, proteína, grasa butírica, pH, °Bx, acidez titulable y viscosidad se efectuaron conforme las técnicas establecidas por la A.O.A.C. (Association of Official Analytical Chemists) (AOAC 1990) las

determinaciones se realizaron por duplicado.

El análisis de humedad se realizó en una estufa a una temperatura de 105 °C; ceniza se determinó por el método de calcinación en seco; proteína por el método Kjeldahl; grasa butírica por el método de Gerber; pH por medio de un potenciómetro marca Corning® Schoolar modelo 425; grados Brix mediante un refractómetro marca Atago® modelo Pocket Pal-α; la acidez titulable fue expresada como g/L de ácido láctico y la viscosidad se determinó por medio de un viscosímetro marca Brookfield® modelo DV-E.

Evaluación nutricional

Se realizó un cálculo nutricional mediante las proporciones de los ingredientes utilizados y el sistema mexicano de equivalentes (Pérez *et al.* 2014).

Evaluación sensorial

Se evaluaron mediante observación directa los atributos de color, sabor, textura, consistencia y aroma (Acevedo *et al.* 2009).

Análisis estadísticos

Los datos se sometieron a una estadística descriptiva para obtener media y desviación estándar, mediante el software Sigma Stat 3.1 (Hernández *et al.* 2014).

Resultados

Se obtuvieron 10 g de extracto liofilizado de *Justicia spicigera* con las siguientes características: polvo con presencia de cristales, color morado intenso, olor herbal característico

de las hojas de *Justicia spicigera* y soluble en agua (figura 1); obteniendo un rendimiento del 2.42%. La adición del extracto al yogurt fue homogénea incorporándolo fácilmente, se evaluó posterior a 72 horas mostrando completa homogeneidad sin presencia de sinéresis.



Figura 1. Extracto liofilizado de *Justicia spicigera*.

Durante la elaboración de los yogures, tanto del grupo control, como del extracto se alcanzó la acidez de 4.42 y mientras que la del yogurt adicionado del extracto liofilizado de *Justicia spicigera* fue de 4.90 (figura 2).

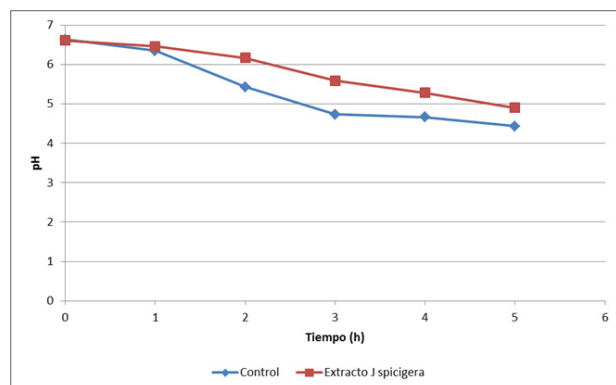


Figura 2. Curvas de acidificación del yogurt control y del yogurt con extracto de *Justicia spicigera*.

Las características sensoriales del yogurt fueron: color púrpura, textura característica, el olor predominante fue herbal gracias al extracto, el sabor fue ácido característico, con una nota herbal y la consistencia líquida similar a la de un yogurt comercial (figura 3).



Figura 3. Yogurt bebible adicionado de extracto liofilizado de *Justicia spicigera*.

En el cuadro 1 se plasman los resultados de las evaluaciones fisicoquímicas, destacando su contenido de proteína (3.5 %), el bajo contenido de grasa butírica (1.9 %) y el contenido de grados Brix (15.1 °Bx). En cuanto a su composición nutricional estimada el contenido de proteína fue de: 3 %, lípidos 2 % y carbohidratos 4.5 % (Cuadro 2). Se plasma según las especificaciones de la NOM-051-SCFI/SSA1-2010 (DOF 2010).

Cuadro 1. Resultados de las evaluaciones fisicoquímicas

Determinación	Yogurt Control	Yogurt con Extracto
Humedad (g/100 g)	87.24±1.37	87.60±0.84
Ceniza (g/100 g)	0.87±0.14	0.80±0.03
Proteína (g/100 g)	3.23±0.15	3.5±0.16
Grasa butírica (g/100 g)	2.0± 0.07	1.9±0.14
pH	4.7±0.36	5.2±0.21
°Bx	9.0±0.07	15.1±0.07
Acidez titulable (g/L)	8.32	N/D
Viscosidad (Cp)	1086	152

Cuadro 2. Tabla nutrimental del yogurt con extracto conforme la NOM-051-SCFI/SSA1-2010

Información Nutrimental		
Tamaño de la porción 200 mL		
Porciones por envase 1		
Cantidad	1	% VNR
Contenido Energético		
96 kcal		
Proteínas	6 g	3.4 %
Grasas (lípidos)	4.13 g	9.82 %
Carbohidratos (hidratos de carbono)	9 g	6 %

Discusión

Las condiciones de extracción fueron las óptimas para obtener principalmente los flavonoles, se ha demostrado que soluciones hidroalcohólicas son las adecuadas para la obtención del kaempferol, además Baqueiro y Guerrero (2017) concluyen que en las muestras secas de *Justicia spiciera* se encuentran grandes cantidades de flavonoides y antioxidantes. Chan *et al.* (2014) mencionan que la extracción del colorante de *Justicia spicigera* (antocianinas) es mejor utilizando un sistema tradicional de extracción como la decocción aunado a la utilización

de un sistema binario de disolventes como agua y etanol, aumentando el porcentaje de materia extraíble.

Durante el proceso de elaboración del yogurt se tomó en cuenta que las antocianinas principal compuesto responsable del color otorgado por el extracto de *Justicia spicigera* es altamente termolábil, por ende, se adicionó el extracto después de la pasteurización del yogurt a una temperatura de 43 °C esto para evitar que se degradaran las antocianinas durante el proceso de producción. Pavón *et al* (2011), concluye que el extracto acuoso de *Justicia spicigera* puede conservarse significativamente por medio de microencapsulación 1:1 peso/peso de goma de mesquite y maltodextrina DE10. Siendo una opción de vehículo para incorporar el extracto en alimentos y que este se conserve durante más tiempo.

Aguilera *et al* (2012), incorporaron antocianinas de cáscara de higo como colorante para yogurt, el extracto fue obtenido mediante decocción en agua a 80 °C, secando por aspersión y liofilizado. Coincidiendo en la incorporación del extracto de *Justicia spicigera* al yogurt la cual fue soluble y homogénea, sin presencia de sinéresis y/o migración de fases. En la investigación realizada por Aguilera *et al* (2012) se concluye que el extracto secado por liofilización tiene más tonalidad (hue) que el secado por aspersión, en cambio este último posee un valor más elevado en croma es decir en lo brillante del color. Por otro lado, Rosero *et al* (2016) emplearon residuos agroindustriales de uva *Isabella* como colorante natural de yogurt, se extra-

ieron las antocianinas las cuales se aplicaron al yogurt en diferentes concentraciones evaluando su estabilidad en almacenamiento, demostrando una estabilidad mayor al día 10 y por consiguiente un color intenso.

Diversas investigaciones han demostrado el uso de las antocianinas de diferentes frutos o plantas como colorantes naturales aplicables para distintas industrias como farmacéutica y/o alimenticia. Wallace y Giusti (2008), emplearon antocianinas no aciladas extraídas de *Berberis boliviana* L. para comparar su efecto colorante con otros pigmentos sintéticos en yogures; logrando similar el color de un yogurt sabor mora azul pigmentado sintéticamente, esto gracias a la alta concentración de antocianinas monoméricas de *B. boliviana* deshidratadas. Concluyendo que el color, calidad del pigmento y la estabilidad de los compuestos fenólicos obtenidos pueden ser aplicables a todos los sistemas de yogures comerciales. Con base a estos resultados se puede sugerir continuar con la presente investigación para realizar diversos análisis químicos como: determinación de la capacidad antioxidante, colorimetría, extracción de antocianinas y cuantificación mediante técnicas espectroscópicas, extracción de las antocianinas de *Justicia spicigera* después de incorporarlas al yogurt y cuantificar los fenoles totales e identificación de los compuestos mayoritarios del extracto por medio de cromatografía HPLC acoplada a espectrometría de masas (EM).

Por otro lado, el considerar la capacidad antioxidante de las antocianinas y flavonoles de *Justicia spicigera* y los efectos benéficos para

el organismo, se podría denominar al yogurt adicionado de extracto liofilizado de *Justicia spicigera*, como un alimento funcional que además de suplir los colorantes artificiales aporta compuestos benéficos a la salud del consumidor. Guiné *et al* (2016) desarrollaron diversas formulaciones de yogurt adicionado de antioxidantes de vino tinto, en las cuales evaluaron la capacidad antioxidante y la acidez ya que es un factor de importancia en el desarrollo de lácteos, en particular de yogurt; los resultados fueron similares a la presente investigación, ya que no se obtuvieron variaciones significativas de acidez entre diferentes yogures con cantidades diversas de extractos. Sin embargo, los que contenían fruta fueron ligeramente más ácidos, gracias a los ácidos orgánicos de la fruta. En la evaluación sensorial realizada por Guiné *et al.* 2016 se plasma que el yogurt adicionado de fruta, vino tinto y azúcar fue el mejor aceptado por los 54 jueces no entrenados. Esto sugiere el poder orientar la investigación en el desarrollo de nuevas formulaciones de yogurt enriquecido con extractos de *Justicia spicigera* y otros ingredientes que mejoren las cualidades sensoriales, facilitando la aceptación del producto.

En cuanto a la evaluación fisicoquímica del yogurt posterior a la incorporación del extracto liofilizado de *Justicia spicigera* el contenido de humedad, ceniza, proteína y pH fueron muy similares a lo reportado por Caleja *et al.* (2016); Oliveira *et al.* (2017) resaltando que la adición del extracto hidroetanólico de *Arenaria montana* L. no interfiriere aumentando o disminuyendo los macronutrientes. En cambio, el

contenido de grasa fue menor añadiendo el extracto de *Justicia spicigera*. Baqueiro y Guerrero (2017) caracterizaron de manera fisicoquímica y capacidad antioxidante el extracto hidroalcohólico de *Justicia spicigera*, mencionan que el pH de las hojas deshidratadas es neutro (7.23) como la mayoría de las plantas, esto puede afectar a la acidificación de las bacterias ácido lácticas en el yogurt. Por ende se observó en la curva de acidificación (figura 2) un ligero aumento en el pH del yogurt adicionado del extracto de *Justicia spicigera*; aunado a que se ha demostrado la actividad antibacteriana y antifúngica del extracto etanólico y su fracción hexánica de *Justicia spicigera*, se cree que el compuesto responsable de la inhibición de microorganismos es el aldehído 4-metil-3-pentanal (Vega *et al.* 2012). En cuanto al contenido de °Bx fue mayor en el yogurt con el extracto, esto debido probablemente a la alta concentración de azúcares presentes en las hojas de *Justicia spicigera*.

Conclusiones

El extracto hidroetanólico de *Justicia spicigera* es buena fuente de antocianinas las cuales potencialmente se pueden aplicar en la industria alimenticia como pigmentos, además de aprovechar sus cualidades funcionales. El extracto se obtuvo de manera adecuada con la finalidad de preservar las antocianinas, la elaboración del yogurt se desarrolló en una planta piloto esto para hacerlo escalable industrialmente. El extracto fue exitosamente incorporado al yogurt sin presencia de sinéresis entre las fases y una buena solubilidad. Fisicoquímicamente

hablando el yogurt es bajo en grasa y rico en sólidos solubles. De acuerdo a diversas investigaciones se sugiere continuar con la investigación evaluando la estabilidad de las antocianinas y de otros compuestos bioactivos además de identificarlos por diversas técnicas analíticas.

Agradecimientos

A la empresa Lacta ingredientes® S.A de C.V. por la facilidad de equipos e instalaciones para poder realizar la investigación.

Literatura citada

- Acevedo, P.I., O. García, J. Contreras & I. Acevedo. 2009. Elaboración y evaluación de las características sensoriales de un yogurt de leche caprina con jalea semifluida de piña. *UDO Agrícola* 9(2): 442-448.
- Aguilera, O.M, V.M.C. Reza, M.R.G. Chew, V.J. Aguilar & B.P. Ramírez. 2012. Antocianinas de higo como colorantes para yogur natural. *Biocencia* 14(1): 18-24. doi: 10.18633/bt.v14i1.111.
- AOAC. Association of Official Analytical Chemist. 1990. *Official methods of analysis 15th edition, Volume 1*. Publicado por: Association Of Official Analytical Chemist, Inc. Editado por: Horwitz ,W. Arlington, Virginia USA. 771 pp.
- Baqueiro, P.I & B.J.A. Guerrero. 2017. Physicochemical and antioxidant characterization of *Justicia spicigera*. *Food Chemistry* 218(1): 205-312. doi: 10.1016/j.foodchem.2016.09.078.
- Caleja, C., L. Barros, A.L. Antonio, M. Caroch, P.P.B.M. Oliveira & I.C.F.R. Ferreira. 2016. Fortification of yogurts with different antioxidant preservatives: a comparative study between natural and synthetic additives. *Food Chemistry* 210(1): 262-268. doi: 10.1016/j.foodchem.2016.04.114.
- Chan, B.M.J., P. Sanmartín, C.J.C. Camacho, A.K.B. Palomo, Q.H.E. Huitz & M.B.O. Ortega. 2014. Characterization and dyeing potential of colorant-bearing

- plants of the Mayan area in Yucatan Peninsula, Mexico. *Journal of Cleaner Production* 91: 191-200. doi: 10.1016/j.jclepro.2014.12.004.
- DOF. Diario Oficial de la Federación. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-051-SCFI/SSA1-2010, Especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasados-Información comercial y sanitaria. Disponible desde internet en <http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5137518&fecha=05/04/2010 > Con acceso el 26-06-2018.
- Gamila, Y.A., M.E.M. Moussa & E.R. Sheaseha. 2013. Characterization of red pigments extracted from red beet (*Beta vulgaris*, l.) and its potential uses as antioxidant and natural food colorants. *Egyptian Journal of Agricultural Research* 91(3): 1095-1110.
- Guiné, R.P.F., A.P. Rodrigues, S.M. Ferreira & F.J. Gonçalves. 2016. Development of Yogurts Enriched with Antioxidants from Wine. *Journal of Culinary Science & Technology* 14(3): 263-275. doi: 10.1080/15428052.2015.1111180.
- Han, J., M. Britten, D. Gelais, C.P. Champagne, P. Fustier, S. Salmieri & M. Lacroix. 2011. Polyphenolic compounds as functional ingredients in cheese. *Food Chemistry* 124(4):1589-1594. doi: 10.1016/j.foodchem.2010.08.021.
- Hernández, S.R., C.C. Fernández, L.P. Baptista. 2014. Análisis de los datos cuantitativos. pp. 280-298. En: *Metodología de la Investigación*. 6ta edición. Editorial McGraw-Hill. México. 600 pp.
- Martins, N., R.C. Lobo, P. Morales, L. Barros & I.C.F.R. Ferreira. 2017. Coloring attributes of betalains: a key emphasis on stability and future applications. *Food & Function* 8(4): 1357-1372. doi: 10.1039/c7fo00144d.
- Murcia, J.L. 2015. Tendencias en los mercados mundiales de leche y productos lácteos. *Revista Distribución y consumo* 25(140): 44-50.
- Oliveira, F.S., A. Ribeiro, L. Barros, R.C. Calhelha, J.C.M. Barreira, B.D. Junior, R.M.V. Abreu, M.F. Barreiro & I.C.F.R. Ferreira. 2017. Evaluation of *Arenaria montana* L. hydroethanolic extract as a chemopreventive food ingredient: A case study focusing a dairy product (yogurt). *Journal of Functional Foods* 38(Part A):214-220. doi: 10.1016/j.jff.2017.09.027.
- Ozturkoglu, B.S., C. Akal & A. Yetisemiyen. 2016. Effect of dried nut fortification on functional, physicochemical, textural, and microbiological properties of yogurt. *Journal of Dairy Science* 99(11):8511-8523. doi: 10.3168/jds.2016-11217.
- Pavón, G.L.M.A., A.C. Pérez, V.J. Orozco, G.D.J. Pimentel, H.M.E. Rodríguez & C.E.J. Vernon. 2011. Storage stability of the natural colourant from *Justicia spicigera* microencapsulated in protective colloids blends by spray-drying. *International Journal of Food Science & Technology* 46(7): 1428-1437. doi:10.1111/j.1365-2621.2011.02634.x.
- Pérez, L.A.B., G.B. Palacios, B.A.L. Castro, G.I. Flores. 2014. *Sistema Mexicano de Alimentos Equivalentes*. Editorial FNS, México. 4ta edición. 154 pp.
- Reis, F.S., A. Martins, M.H. Vasconcelos, P. Morales & I.C.F.R. Ferreira. 2017. Functional foods based on extracts or compounds derived from mushrooms. *Trends in Food Science & Technology* 66: 48-62. doi: org/10.1016/j.tifs.2017.05.010.
- Rosero, C.G., L.A. Corral, S.C. Álvarez, C.L. Serna & S.L. Ordoñez. 2016. Evaluación del color en yogur elaborado con extracto de residuos de uvas *Isabella* como colorante natural. *Agronomía Colombiana* 34(1): S773-S775. doi: 10.15446/agron.colomb.v34n-1supl.57898.
- Shibamoto, T., K. Kanazawa, F. Shahidi y C. T. Ho. 2008. Functional Food and Health: An Overview. pp. 1-6. En: Shibamoto, T., K. Kanazawa, F. Shahidi & C.T. Ho. *Functional Food and Health. ACS Symposium Series eBooks*, Washington, DC. 472 pp. doi: 10.1021/bk-2008-0993.ch001.
- Vega, A.E., A.R. Tapia, C.R. Reyes, G.S.L. Guzmán, F.J. Pérez & L.R. Velasco. 2012. Actividad antibacteriana y antifúngica de *Justicia spicigera*. *Revista Latinoamericana de Química* 40(2): 75-82.
- Wallace, T.C & M.M. Giusti. 2008. Determination of Color, Pigment, and Phenolic Stability in Yogurt Systems Colored with Nonacylated Anthocyanins from

LUIS ALFONSO JIMÉNEZ ORTEGA, LUCÍA BARRIENTOS RAMÍREZ, ESTHER ALBARRÁN RODRÍGUEZ

Berberis boliviana L. as Compared to Other Natural/
Synthetic Colorants. *Journal of Food Science* 73(4):
C241-C248. doi: 10.1111/j.1750-3841.2008.00706.x.