

La Sociedad Académica

ITSON
UNIVERSIDAD

Enero - junio 2022

Año 30, número 59
ISSN 2007 - 2562



La Sociedad **Académica**

Año XXX, No. 59 (enero - junio de 2022)

DIRECTORIO

Dr. Jesús Héctor Hernández López
Rector

Dr. Jaime Garatuza Payán
Vicerrector Académico

Dr. Rodolfo Valenzuela Reynaga
Vicerrector Administrativo

Dr. Ernesto Uriel Cantú Soto
Secretario de Rectoría

Dra. María Elvira López Parra
Directora de Ciencias Económico Administrativas

Dra. Guadalupe de la Paz Ross Argüelles
Directora de Ciencias Sociales
y Humanidades

Dr. Armando Ambrosio López
Director de Ingeniería y Tecnología

Dr. Pablo Gortares Moroyoqui
Director de Recursos Naturales

Mtro. Mauricio López Acosta
Director de Unidad Navojoa

Mtro. Humberto Aceves Gutiérrez
Director de Unidad Guaymas

Marisol Cota Reyes
Oficina de Publicaciones ITSON
Revista "La Sociedad Académica"

La Sociedad Académica, Año 30, No. 59 enero - junio de 2022, es una publicación semestral editada por el Instituto Tecnológico de Sonora, a través de la Oficina de Publicaciones. 5 de Febrero No. 818 sur. Apdo. 335 C.P. 85000. Ciudad Obregón, Sonora, México. Tel:(644) 4100900, <http://www.itson.mx>, sacademi@itson.edu.mx, editor responsable: Marisol Cota Reyes. Reserva de Derecho al Uso Exclusivo No. 04-2013-092715124600-102, ISSN: 2007-2562. Impresa en Taller Gráfico del ITSON; Av. Antonio Caso 2266 C.P. 85137, Ciudad Obregón, Sonora; este número se terminó de imprimir el 27 de diciembre de 2021 con un tiraje de 100 ejemplares.

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

La Sociedad Académica

La Sociedad Académica es una publicación semestral publicada por el Instituto Tecnológico de Sonora. Los artículos firmados, son responsabilidad absoluta de sus autores por lo que no necesariamente reflejan el punto de vista de la Institución. Se autoriza la reproducción total o parcial de los artículos de esta revista siempre que se den los créditos correspondientes a los autores.

COMITÉ EDITORIAL

Dr. Iram Mondaca Fernández

Mtra. Eunice Guzmán Fierros

Dr. Héctor Arvayo Enríquez

Dra. Ruth Gabriela Ulloa Mercado

Dra. María Isabel Estrada Alvarado

Dra. Ana María Rentería Mexía

Dr. Roberto Rodríguez Ramírez

COMITÉ CIENTÍFICO

Dra. Dalia Isabel Sánchez Machado

Dra. Diana Margarita Martínez Ibarra

Dr. Jaime López Cervantes

Mtra. Karen Lilián Hernández Ruiz

Dra. Olga Nydia Campas Baypoli

COMITÉ DICTAMINADOR

Dr. Iram Mondaca Fernández

Jefe del Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias

Profesor Investigador del Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias

Dra. Dalia Isabel Sánchez Machado

Profesora Investigadora del Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias

Dr. Jaime López Cervantes

Profesor Investigador del Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias

Dr. José de Jesús Balderas Cortés

Profesor Investigador del Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias

Dra. Olga Nydia Campas Baypoli

Profesora Investigadora del Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias

Dr. Ernesto Uriel Cantú Soto

Secretario de Rectoría

Profesor Investigador del Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias

Dr. Marco Antonio Gutiérrez Coronado

Profesor Investigador del Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias

Dr. Roberto Rodríguez Ramírez

Profesor Investigador del Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias

Dra. Ruth Gabriela Ulloa Mercado

Profesora Investigadora del Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias

Dr. Luis Alberto Cira Chávez

Profesor Investigador del Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias

Dra. María Isabel Estrada Alvarado

Profesora Investigadora del Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias

Dra. Ana María Rentería Mexía

Profesora Investigadora del Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias

Dra. Ana Karina Blanco Ríos

Responsable del Programa Educativo de Licenciatura en Tecnología de Alimentos-ITSON

Dra. Sara Roxana Maldonado Escalante

Profesora por Asignatura

COMITÉ DICTAMINADOR

Dra. Diana Margarita Martínez Ibarra

Dr. Alejandro Miguel Figueroa López

Dra. Ana Aglahé Escárcega Galaz

Mtra. Karen Lilián Hernández Ruiz

Dr. Abel Alberto Verdugo Fuentes

La Sociedad **Académica**

Edición dedicada al
Congreso Internacional de Biotecnología y
Ciencias Alimentarias

La Sociedad Académica es una revista de publicación semestral del Instituto Tecnológico de Sonora, que en esta edición presenta un compendio de los resúmenes cortos del Congreso Internacional de Biotecnología y Ciencias Alimentarias (del 21 al 23 de septiembre de 2021); este es un congreso bianual del Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias e inició con alcance regional en 2009 y fue evolucionando a alcance nacional en 2011, llegando a la primera edición internacional en 2021; siendo además la primera ocasión en que el evento fue totalmente remoto-virtual y todo un éxito gracias a la participación de la comunidad científica nacional e internacional, a través de académicos y estudiantes de diversas universidades e institutos de investigación.

Este número consta de los 63 mejores trabajos con temáticas ambiental, alimentaria, agropecuaria, salud, bioenergía, industrial, ciencias ómicas, nutrición, inocuidad alimentaria, nutraceuticos, procesos de alimentos y alimentos funcionales; arbitrados mediante un Comité Dictaminador y dirigidos por el Comité Científico. Esperamos seguir siendo una plataforma para la difusión del quehacer científico-académico en el área de la Biotecnología y Ciencias Alimentarias a través de eventos y publicaciones. Extendemos también nuestro agradecimiento a todos los que hicieron posible esta obra.

Dr. Iram Mondaca Fernández
Jefe del Departamento de Biotecnología y
Ciencias Alimentarias

CONTENIDO

Análisis fitotóxico del compósito tio ₂ /agno ₃ sobre la germinación de hortalizas (<i>lactuca savita</i>)	12
Degradación de ficocianina - C utilizando trehalosa y ácido cítrico como estabilizadores en gomitas nutraceuticas	14
Caracterización de la piel de tilapia (<i>Oreochromis sp.</i>) mediante FT-IR para la identificación de colágeno	16
Biosensor óptico específico para detectar escherichia coli en jugo de naranja natural utilizando FTIR	18
Película comestible formulada con semilla de tamarindo incrementa la vida media de frambuesas (<i>rubus idaeus</i>)	20
Evaluación del contenido de fenoles totales y capacidad antioxidante de extractos de vaina de mezquite	22
Bacterias oxidadoras de amonio presentes en suelo salino-alcálico del ex-lago de Texcoco	24
Inhibición de los productos finales de glicación avanzada con extractos de cocolmecha (<i>Smilax spp.</i>)	26
TWEEN 80/carvacrol cargado en películas de pectinas cítrica	28
Residuos agroalimentarios para el crecimiento de haematococcus pluvialis: un enfoque de economía circular	30
Análisis espectral, caracterización fitoquímica y antioxidante de extractos crudos de Justicia Spicigera Schtdl	32
Efecto del tipo de alimento en la actividad lipolítica de <i>Stomolophus sp. 2</i> en cautiverio	34
Caracterización de los atributos físicos y químicos que definen la calidad de la naranja enana (<i>citrus japonica</i>) de Ciudad Obregón, Sonora	36
Aplicación de microorganismos promotores de crecimiento vegetal y yeso agrícola en árboles de higo	38
Uso de probióticos marinos durante una maternización de postlarvas de camarón blanco (<i>penaeus vannamei</i>) en una granja comercial	39
The protective effect of time-caloric restriction in liver fibrosis through the inhibition of chronic inflammation	41

Modelación de la Fermentación ABE de los azúcares reductores producidos por la sacarificación enzimática de cáscara de plátano	43
Evaluación de propiedades funcionales de Colágeno Hidrolizado de escamas de pescado (<i>Oreochromis aureus</i>)	45
Decoloración de un colorante de Ftalocianina combinando la oxidación tipo Fenton y un tratamiento biológico	47
Un sustituto de café artesanal a base de maíz: características fisicoquímicas y beneficios para la salud	49
Diseño de un nuevo sistema bifásico micelar para la extracción de proteína de microalga <i>Chaetoceros Muelleri</i>	51
Efecto antimicrobiano de glicoproteínas obtenidas a partir de vísceras de pollo	52
Caracterización genética e identificación molecular de germoplasma de <i>Theobroma Cacao L.</i> de los estados de Tabasco y Chiapas	54
Vinazas de la industria tequilera para la obtención de medios nutritivos económicos y aditivos alimentarios	56
Potencial aplicación de la biomasa residual de la microalga <i>Dunaliella Tertiolecta</i> para producción de antioxidantes	58
Análisis del potencial de la biomasa de <i>Dunaliella tertiolecta</i> para la obtención de ácidos grasos	60
Evaluación de la comunidad microbiana de un biorreactor híbrido para tratamiento de agua residual porcícola	62
Adsorción de azul de metileno en carbón activado de gavilla de trigo	64
Concentraciones de arsénico en moluscos y factor de riesgo por consumo en Bahía Tóbari, Sonora	66
Evaluación del uso de promotores de crecimiento combinado con aloe vera en cultivo de papa	68
Capacidad antioxidante y compuestos fitoquímicos en extractos de <i>Euphorbia prostrata</i>	70
Perfil de ácidos grasos y lípidos totales en la corteza de <i>Hintonia Latiflora</i>	72

Actividad antimicrobiana de extractos acuosos y metanólicos de Geranio Chino (<i>pelargonium sp</i>) en <i>escherichia coli</i> ATCC 25922	74
Análisis de la familia de Genes de Sultr en genoma de <i>phaseolus vulgaris</i> durante simbiosis micorrícica/rizobiana	76
Detectando <i>listeria monocytogenes</i> mediante PCR e Inmunoensayos NALF en matriz alimentaria al sur de Sonora	78
Identificación de Salmonella spp. por PCR en biosólidos de una planta tratadora de agua residuales	80
Carvacrol como inhibidor de formación de biopelículas de <i>Escherichia coli</i> O157:H7	82
Identificación de bacterias participantes en la degradación del colorante rojo <i>allura</i> en agua residual	84
Producción de enzimas celulolíticas y xilanolíticas por cepa nativa del Valle del Yaqui sobre paja de trigo	86
Efecto del tiempo de calentamiento sobre hidrolizado de vísceras de pollo glicado vía reacción de Maillard	88
Evaluación del riesgo en salud en niños expuestos a polvos, en el sur de Sonora	90
Extracción y cuantificación de enzimas lacasas del hongo <i>Pleurotus Ostreatus</i> cultivado en paja de trigo	92
Situación de la contaminación atmosférica y enfermedades respiratorias en el estado de Sonora	94
Efecto de aditivos en dietas basales para camarón	96
Beneficios del extracto de algas para reducir la fertilización con nitrógeno en lechuga	98
Expresión del gen <i>decorina</i> de bovinos y su relación con dureza de la carne	100
Lineamientos Generales para la Publicación de Artículos	102

Análisis fitotóxico del compuesto $\text{TiO}_2/\text{AgNO}_3$ sobre la germinación de hortalizas (*Lactuca sativa*)

Gabriela Guadalupe Esquivel Barajas^{2*},
Luis Alberto Bretado Aragon²,
Yvain de los Angeles Salinas Delgado²,
Diego Armando Murguía Ayon² y
Rebeca Flores Magallón¹

¹Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Michoacán.

²Universidad de La Ciénega del Estado de Michoacán de Ocampo.

✉ *ggesquivel@ucemich.edu.mx

PALABRAS CLAVE: Fitotoxicidad, dióxido de titanio, nitrato de plata, actividad fotosintética, germinación y *Lactuca sativa*.

Introducción

La lechuga (*Lactuca sativa*) es una de las hortalizas más empleadas en diferentes platillos que se consumen hoy en día, generalmente está asociada con buena alimentación debido a sus propiedades nutricionales, sin embargo en ocasiones se desconoce el tratamiento que se da a los cultivos antes de llegar al consumidor final (Araujo V., *et al* 2016). Entre los principales problemas que se identifican en este tipo de cultivos es el tipo de agua empleada para su riego (Travieso-Valles L., *et al* 2004). Actualmente los nanomateriales están siendo aplicados en diferentes problemáticas en el campo, tal es el caso del tratamiento de diferentes fitopatologías y reducción de agroquímicos para combatir diferentes tipos de plagas. Entre los materiales más empleados se encuentran los compuestos de plata, los cuales presentan un efecto antimicrobiano, y el óxido de titanio tiene propiedades fotocatalíticas que permite la reducción y eliminación de sustancias orgánicas y de agentes infecciosos que son causantes de enfermedades en plantas. El objetivo de la investigación fue analizar el efecto fitotóxico de nanopartículas de ($\text{TiO}_2/\text{AgNO}_3$) en semillas de lechuga tipo bola (*Lactuca sativa* L.), cuantificando su germinación y evaluando la clorofila en las plántulas mediante FT-IR.

Metodología

La síntesis del $\text{TiO}_2/\text{AgNO}_3$ se implementó la técnica sol-gel descrita por Navarro (2016). Se realizó el ensayo de fitotoxicidad por triplicado, utilizando las semillas de *Lactuca sativa* L, soportadas en papel filtro como sustrato, dentro de frascos estériles. El ensayo se utilizaron 20 semillas de *Lactuca sativa* L., por cada frasco con un total de 120 plantas. El riego de las semillas se utilizó una solución a 0.04mM del compuesto y agua destilada estéril como control, la irrigación fue por goteo con un volumen de 2-3 ml diarios por cuatro días. La germinación se cuantificó desde la aparición del hipocotileo y la radícula, se realizó la medición del cotiledón a las 48,72 y 96H. La determinación de la clorofila se efectuó una adaptación al método espectrofotométrico descrito por Ruiz *et al* 2019, una vez obtenida la clorofila se midió mediante espectroscopia infrarroja con transformada de Fourier (FT-IR).

Resultados y discusión

Las semillas de *Lactuca sativa* L expuestas ante el compuesto $\text{TiO}_2/\text{AgNO}_3$ presentaron una mayor cantidad de semillas germinadas desde las primeras horas de evaluación. La germinación fue evaluada por 4 días dado que *Lactuca sativa* L. germina entre 96 a 120 horas (Figura 1). Lo que concuerda con lo reportado por Garcidueñas *et al* 2016, debido a que evaluó la germinación por dos días de semillas *A. thaliana*.

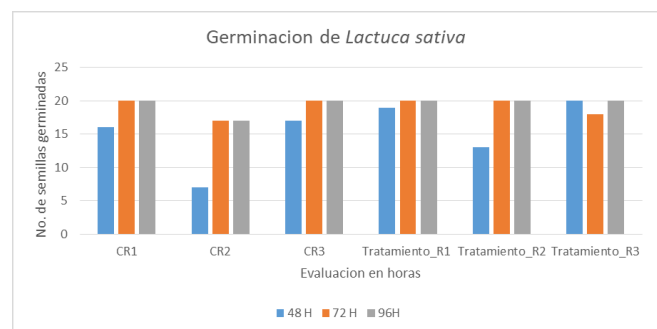


Figura 1. Histograma de germinación por triplicado de *Lactuca sativa* L. ante los controles (CR) y el compuesto (Tratamiento).

La caracterización por FT-IR de las plántulas de *Lactuca sativa* L., de 7 días de germinación, indicó por absorbancia la presencia de clorofila en las muestras control y con tratamiento con $\text{TiO}_2/\text{AgNO}_3$ (Figura 2).

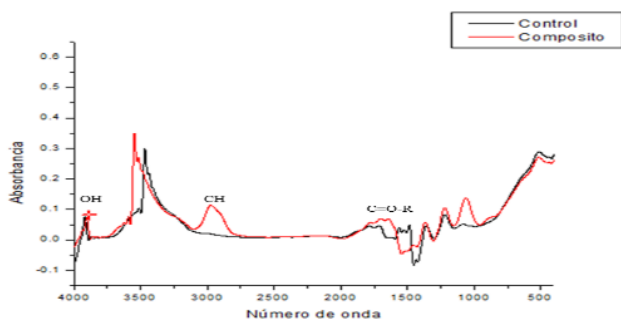


Figura 2. Espectro de infrarrojo de clorofila de planta control y planta evaluada con el compuesto.

Conclusiones

Se logró evaluar $\text{TiO}_2/\text{AgNO}_3$ con semillas de *Lactuca sativa* L., concluyendo que el material no interfiere en su germinación y por lo tanto se infiere no fitotóxico para este tipo de hortaliza.

Referencias

- Araujo Barbosa Victor Augusto, Cardoso Filho Francisco das Chagas, De Lira da Silva Alexandre Xavier, Silva Oliveira Derick Gustavo, Ferrerira de Albuquerque Waleska y Cavalcanti Barro Veruska (2016) Comparação da contaminação de alface (*Lactuca sativa*) proveniente de dois tipos de cultivo. P.p. 231 – 242.
- Navarro Segura María Edith (2016) “Assessment Antibacterial Behavior $\text{TiO}_2\text{-Ag}$ Composite Using *Staphylococcus aureus* And *Escherichia coli*” Universidad de La Ciénega Estado de Michoacán de Ocampo. P.p. 50-55.
- Ruiz Santiago F.L, Ruiz Velázquez J.A., Hernández Becerra J.A., García Jiménez, R, Valadez Villarreal A. (2019) Extracción y cuantificación de clorofila en hojas comestibles del estado de Tabasco. Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos. Vol 4. P.p. 891-896.
- Traviezo-Valles Luis, Dávila Juan, Rodríguez Ricardo, Perdomo Omaira y Pérez José (2004) Contaminación enteroparasitaria de lechugas expandidas en mercados del estado Lara. Venezuela. Rev. Parasitol Latinoamérica 59:167. P.p. 167-17.
- Garcidueñas-Piña Cristina, Medina-Ramírez Iliana, Plinio Guzmán, Rico-Martínez Roberto, Morales-Domínguez José Francisco y Rubio-Franchini Isidoro (2016) Evaluation of the antimicrobial activity of

nanostructured materials of titanium dioxide doped with silver and copper and their effects on *Arabidopsis thaliana*. Internaional Journal of Photoenergy. P.p. 1-1

Degradación de ficocianina - C utilizando trehalosa y ácido cítrico como estabilizadores en gomitas nutraceuticas

Josmar Araud Vázquez-Rodríguez¹,
Froylán Mario Espinoza Escalante^{1,*}

¹Universidad Autónoma de Guadalajara AC,
Departamento de Biotecnológicas y Ambientales
**froymario@edu.uag.mx

PALABRAS CLAVE: Ficocianina, Digestión, Estabilidad, Bioproductos, Nutraceuticos

Introducción

Los pigmentos naturales son moléculas de alto valor comercial para la industria de los alimentos, ya que son mejor recibidos por los compradores en la actualidad. Además, algunos de estos pigmentos, como la ficocianina C, tienen propiedades únicas que actúan en beneficio de la salud. Este pigmento tiene la particularidad de funcionar como un potente antioxidante capaz de evitar la actividad de las especies reactivas de oxígeno en el cuerpo. Por otra parte, puede actuar como inmunoestimulante e hipolipemiante dependiendo de las cantidades ingeridas (Hernández *et al.*, 2015). Su uso aun es limitado por la degradación derivada de los cambios fisicoquímicos del ambiente de donde se encuentren y su alta labilidad (Pérez-Rico *et al.*, 2020). Aunque la idea de poder incorporar estos pigmentos en productos es muy llamativa, los retos para su aplicación aún son muchos.

Metodología

En una primera etapa se evaluó cómo se comportan la concentración de ficocianina C y la ficocianina total. Para lo anterior, se hicieron formulaciones de dulces tipo gomita de dos tamaños al estar presentes los factores trehalosa y ácido cítrico. Todas las formulaciones se evaluaron en jugo gástrico simulado sin adición de enzima entre 0 y 150 minutos. En una segunda etapa se fijaron los factores no influyentes y se adició pepsina al jugo gástrico simulado para determinar el efecto de las enzimas gástricas en la degradación. En ambos casos se utilizó la metodología de superficie de respuesta y se optimizaron las respuestas.

Resultados y discusión

De acuerdo con las pruebas de disolución in vitro que se realizaron en la primera etapa, se pudo observar que el ácido cítrico y la trehalosa tienen un impacto positivo en la liberación de la ficocianina C cuando la gomita tiene un tamaño menor. Lo anterior se puede explicar por un incremento de la concentración del pigmento a través del tiempo, Figura 1. Este resultado es congruente con lo reportado por Pan-utai *et al.* (2018) sobre la actividad protectora que le confieren a las proteínas (en este caso el pigmento de interés) el ácido cítrico y la trehalosa. Ambos ingredientes evitan un contacto directo de la proteína con las moléculas de agua y, otorgan una protección al tratamiento térmico que pueda sufrir en la elaboración del producto. En la segunda etapa se observó que la presencia de ácido cítrico disminuye la liberación de la ficocianina C dentro del medio a causa de un cambio en el pH ideal para el correcto funcionamiento de la enzima. Si bien la enzima ayuda a liberar al pigmento con más velocidad, esto podría exponer al pigmento al fluido gástrico de manera prematura favoreciendo su degradación antes de llegar al intestino: el órgano diana de absorción.

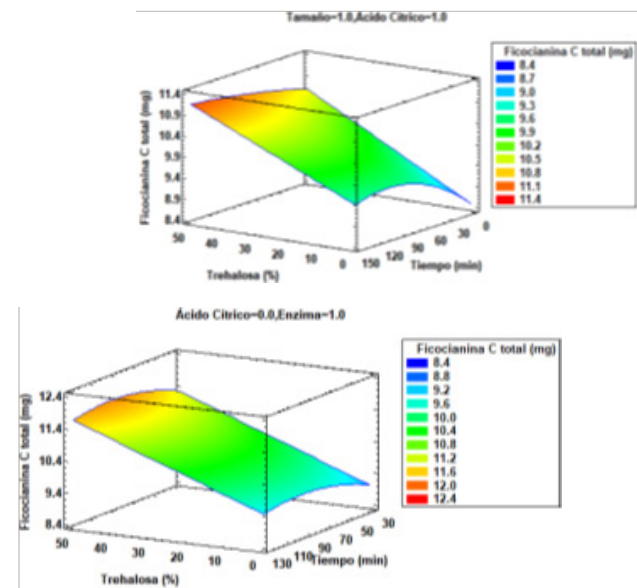


Figura 1. Gráficos de superficie de respuesta sobre la liberación de la ficocianina C en el medio con valores establecido para tamaño y ácido cítrico (izquierda), además de la presencia de enzima en el segundo experimento (derecha).

Conclusiones

Las gomitas como forma farmacéutica presentan una ventaja para la liberación controlada de la ficocianina C dentro del tracto digestivo, pero es esencial la presencia de los aditivo como la trehalosa y el ácido cítrico para obtener un tiempo de disolución cercano a los 120 minutos, justo antes del vaciado gástrico; ya que confieren una protección adicional a la capsula parcial de la gretetina que se ve favorecida por los tamaños pequeños, mejorando esta liberación y favoreciendo la entrega del pigmento al tracto intestinal. Este estudio presenta una oportunidad para el uso de estos pigmentos en la industria y una entrada a un mercado de nutraceuticos de calidad.

Referencias

- Hernández, M., Wall, A., Juárez, M., Jiménez, A., Hernández, R., Hernández-Lepe, M. A., Wall-Medrano, A., Juárez-Oropeza, M. A., Ramos-Jiménez, A., & Hernández-Torres, R. P. (2015). Spirulina y su efecto hipolipemiente y antioxidante en humanos: una revisión sistemática. *Nutricion Hospitalaria*, 32(2), 494–500.
- Pan-utai, W., Kahapana, W., & Iamtham, S. (2018). Extraction of C-phycoyanin from *Arthrospira* (Spirulina) and its thermal stability with citric acid. *Journal of Applied Phycology*, 30(1), 231–242.
- Pérez-rico, D. A., Alarcón-jiménez, J. L., González-morales, E., Felipe, L., Ramírez-vázquez, J. C., Gutiérrez-pulido, H., & Froylán, M. E. (2020). Phycocyanin Thermo-photostability : An Accelerated Life-test Analysis. 64(3), 218–229.

Caracterización de la piel de tilapia (*Oreochromis sp.*) mediante FT-IR para la identificación de colágeno

Ramón Casillas Hernández,
José Cuauhtémoc Ibarra Gámez,
Diana Margarita Martínez Ibarra,
Semyase Johanna Montoya González* y
Ricardo Sánchez Díaz

Instituto Tecnológico de Sonora,
Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias
✉ *semyase.montoyag@gmail.com

PALABRAS CLAVE: tilapia, colágeno, piel

Introducción

El colágeno es una proteína que constituye los tejidos conectivos de la piel, los tendones y huesos, es considerada la proteína más abundante de los animales. Su principal función es la de mantener la estructura, resistencia y flexibilidad a los tejidos, lo que le da una gran importancia en el campo de la farmacéutica, cosmética o en la creación de biomateriales (Serrano, 2011). La piel de tilapia contiene colágeno, específicamente tipo I, lo que la hace similar a la piel humana. En la actualidad el uso de biomateriales con fines de regeneración ha sido ampliamente estudiado en el campo de la medicina, la aplicación de polímeros naturales ha comenzado a ser frecuente para el tratamiento de heridas crónicas por sus propiedades biológicas, físicas, químicas y mecánicas (Soria *et al.*, 2009). El FT-IR es una técnica analítica que permite detectar las características de vibración de los grupos funcionales que tienden a absorber radiación infrarroja en un rango de onda específico. El colágeno tiene su espectro característico en el FT-IR con una absorción en amida I a 1650 cm^{-1} , amida II a 1560 cm^{-1} y la amida III se forma en 1245 cm^{-1} (Griffiths & Haseth, 2007). El objetivo del presente trabajo es Identificar la presencia de la molécula de colágeno en la piel de tilapia mediante espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier (FT-IR).

Metodología

Muestras secas y húmedas de 0.5 cm por 0.5 cm

cada una, y colágeno liofilizado, se leyeron por triplicado cada una, el colágeno liofilizado se leyó con una cubierta cóncava, aunado a esto se midieron las tres muestras secas con una cubierta plana para posteriormente medir las muestras húmedas después de retirarles el exceso de agua con un papel filtro.

Las muestras se leyeron en un equipo de la marca Thermo scientific Nicolet IS₅ con un adaptador ID₃, con el software OMNIC. Los espectros se midieron en el rango de 400 a 4000 cm^{-1} usando 64 escaneos para cada muestra a temperatura ambiente.

Resultados y discusión

Los espectros FT-IR de la piel de tilapia (*Oreochromis sp.*) y del colágeno liofilizado se muestran en la Figura 1. Se puede observar, los picos característicos de las principales bandas de absorción del colágeno están presentes en el espectro de las muestras de piel y del colágeno liofilizado como lo describe Muyonga *et al.*, 2004, estos espectros se encuentran en las bandas como amida I, amida II y amida III. Los picos más notorios corresponden a amida I (1585-1720 cm^{-1}) y a amida II (1500-1586 cm^{-1}) Según diversos autores, estos picos están relacionados a la vibración del estiramiento de los enlaces peptídicos C=O y a la combinación del estiramiento de C-N con vibración de reflexión de N-H, respectivamente. Por otra parte la banda de amida III se encuentra entre 1232-1245 cm^{-1} . Esta banda representa al estiramiento de C-N y a la formación de la vibración de los grupos CH₂ de la glicina (de Campos & Mello, 2011).

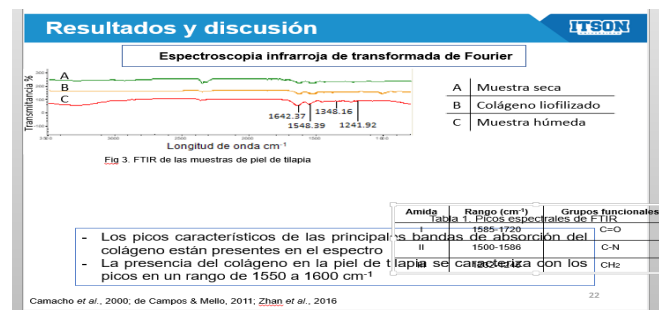


Figura 1. FTIR de las muestras de piel de tilapia. (A) muestra seca, (B) colágeno liofilizado y (C) muestra húmeda.

Los picos más fuertes están en 1654 y 1548 cm^{-1} , indican la presencia del colágeno en la muestra. En el trabajo realizado por Zhang *et al.*, (2016), demostraron la

presencia del colágeno en la piel de tilapia con los picos en un rango de 1550 a 1600 cm^{-1} .

Conclusiones

El espectro obtenido en este trabajo demuestra la presencia del colágeno en la piel de tilapia, por lo que su uso como recubrimiento en el tratamiento de heridas crónicas puede resultar efectivo por sus propiedades biológicas.

Referencias

- de Campos, B., & Mello, M. (2011). Collagen type I amide I band infrared spectroscopy. *Micron*, 42, 283-289. 2021, mayo, De ELSEVIER Base de datos.
- Muyonga, H., Cole, C., & Duodu, K. (2004). Characterisation of acid soluble collagen from skins of young and adult Nile perch (*Lates niloticus*). *Food Chemistry*, 85, 81-89. 2021 mayo, de NCBI Base de datos
- Soria, J. M., González, J. B., Gómez, J. A. A., Arce, J. R., Pradas, M. M., & Verdugo, J. M. G. (2009). Uso de biomateriales en medicina regenerativa, aspectos básicos y aplicaciones en el Sistema Nervioso. *Trauma*, 20, 15-22. 2021 junio, De ELSEVIER Base de datos.
- Zhang, Q., Wang, Q., Lv, S., Lu, J., Jiang, S., Regenstein, J., & Lin, L. (2016). Comparison of collagen and gelatin extracted from the skins of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and channel catfish (*Ictalurus punctatus*). *Food Bioscience*, 13, 41-48. 2021, mayo, De ELSEVIER Base de datos.

Biosensor óptico específico para detectar *Escherichia coli* en jugo de naranja natural utilizando FTIR

Francisco Javier Gómez Montaña^{1*},
Abdú Orduña Díaz¹,
María del Carmen Guadalupe Avelino Flores²,
Fabiola Avelino Flores² y
Claudia Reyes Betanzo³.

¹Instituto Politécnico Nacional. Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada. Departamento de nanobiotecnología

²Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

Colegio de Ingeniería en Alimentos

³Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica.

Departamento de Electrónica. Puebla, México.

✉ *francisco4montano@gmail.com

PALABRAS CLAVE: *Escherichia coli*, ETA, silicio, FTIR, biosensor.

Introducción

El consumo de alimentos y agua contaminados, es una de las causas más frecuentes de infecciones bacterianas, siendo *Escherichia coli* (*E. coli*) de los microorganismos más reconocidos por generar enfermedades transmitidas por alimentos (ETAs) (Gupta *et al.*, 2020). Existen métodos para la detección de *E. coli*, que si bien han demostrado ser efectivos, requieren un tiempo de análisis extenso, reactivos caros, personal capacitado e instrumentos especializados (Nurliyana *et al.*, 2018); el desarrollo de dispositivos que permitan la detección de *E. coli* de forma rápida y sencilla, podrían aportar ventajas para el análisis e inocuidad de alimentos; los biosensores ópticos pueden ser una opción viable (Riangrunroj *et al.*, 2019); por lo que el objetivo del presente trabajo fue elaborar un biosensor mediante la metodología de autoensamble en monocapas (SAMs), sobre películas delgadas de silicio amorfo (a-Si), para la detección de *E. coli* enteropatógena (EPEC) en suspensiones de buffer fosfato salino (PBS), así como en muestras de jugo de naranja natural, utilizando la espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier (FTIR) como transductor.

Metodología

La metodología de SAMs sobre las películas delgadas de a-Si, se llevó a cabo considerando el proceso propuesto por Gomez *et al* (2020). Para confirmar la correcta funcionalización y biofuncionalización de las plataformas, se utilizó la técnica espectroscópica de FTIR, en la cual, la luz infrarroja emitida interactúa con la muestra, absorbiendo esta, parte de la energía; las condiciones de las mediciones fueron en modo transmisión, 120 escaneos y 4 cm⁻¹ de resolución. La detección de *E. coli* (EPEC E2348/69) se llevó a cabo en muestras de PBS y jugo de naranja natural previamente inoculadas con el microorganismo de interés, analizando los diferentes biosensores mediante FTIR con las mismas condiciones mencionadas anteriormente, a la par, se llevó un control de la cantidad de microorganismo mediante el método microbiológico de extensión en placa. Finalmente, a los biosensores, se les realizaron pruebas de reacción cruzada con *Salmonella Typhimurium* ATCC 14028 y con apoyo de la técnica de FTIR.

Resultados y discusión

En los espectros FTIR de las plataformas de a-Si, se pudieron observar bandas correspondientes al enlace N-H entre 1470-1540 cm⁻¹ (grupo amino), entre 1700-1740 cm⁻¹ se localizó la banda correspondiente a los grupos C=O (glutaraldehído), posterior a la inmovilización de los anticuerpos, se generaron las bandas características de la amida I (1660-1670 cm⁻¹) y amida II (1540-1560 cm⁻¹) (Riangrunroj *et al.*, 2019). En la detección del microorganismo de interés, en suspensiones de PBS, se detectaron concentraciones de 40-300 UFC/mL de EPEC sobre los biosensores, mientras que para el caso de las muestras de jugo de naranja natural, se pudieron detectar concentraciones de 20 a 70 UFC/mL; esto se confirmó con ayuda de los espectros FTIR, en los cuales se observan bandas a números de onda de 1015 y 1030 cm⁻¹ (Gomez *et al.*, 2020), correspondiente a los enlaces C-C, C-O, P=O, P-O-C, P-O-P y C=O; los cuales son característicos de la membrana bacteriana así como del ADN (Alexandre *et al.*, 2018). Para el caso del análisis de la reacción cruzada, no se observaron diferencias entre los espectros FTIR correspondientes al biosensor de a-Si biofuncionalizado y al del biosensor posterior al proceso de detección para *Salmonella*.

Conclusiones

Mediante el uso de un biosensor óptico desarrollado sobre películas delgadas de a-Si y en conjunto con la técnica FTIR, se pudo detectar *Escherichia coli* enteropatógena en suspensiones de PBS y en muestras de jugo de naranja natural. Además, la especificidad del biosensor se demostró al no detectar *Salmonella Typhimurium*, una bacteria similar a la que estuvo bajo estudio. Con los resultados obtenidos, se tiene una posible opción para la elaboración de dispositivos que permitan la detección de microorganismos patógenos en diferentes muestras reales.

Referencias

- Alexandre, D.L., Melo, A.M.A., Furtado, R.F., Borges, E.A.T., Figueiredo, A., Biswas, A., Cheng, H.N. & Alves, C.R. (2018). A rapid and specific biosensor for *Salmonella Typhimurium* detection in milk. *Food and Bioprocess Technology*. 11(4):748-56. DOI: 10.1007/s11947-017-2051-8
- Gómez-Montaña, F.J., Orduñez-Díaz, A., Avelino-Flores, M.C.G., Avelino-Flores, F., Ramos-Collazo, F., Reyes-Betanzo, C. & López-Gayou, V. (2020). Detection of *Salmonella* entérica on silicon substrates biofunctionalized with anti-*Salmonella* IgG, analyzed by FTIR spectroscopy. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*. 19(3):1175-1185. <https://doi.org/10.24275/rmiq/Bio993>
- Gupta, A., Garg, M., Singh, S., Deep, A. & Sharma, A.L. (2020). Highly sensitive optical detection of *Escherichia coli* using Terbium bases metal-organic framework. *ACS Applied, Materials & Interfaces*. 12(42):48198-48205. <https://doi.org/10.1021/acsami.0c14312>
- Nurliyana, M.R., Sahdan, M.Z., Wibowo, K.M., Muslihati, A., Saim, H., Ahmad, S.A., Sari, Y. & Mansor, Z. (2018). The detection method of *Escherichia coli* in water resources: a review. *Journal of Physics*. 995. doi:10.1088/1742-6596/995/1/012065
- Riangrunroj, P., Beverm C.S., Hammock, B.D. & Polizzi, K.M. (2019). A label-free optical whole-cell *Escherichia coli* biosensor for the detection of pyrethroid insecticide exposure. *Scientific Reports*. 9:12466. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-48907-6>

Película comestible formulada con semilla de tamarindo incrementa la vida media de frambuesas (*rubus idaeus*)

Fabiola Avelino Flores*,
Jacqueline Meneses Pérez,
Karina Águila Sánchez,
Ma. del Carmen Guadalupe Avelino Flores,
Ana Lilia Soriano Morales y
Ricardo Munguía Pérez

Centro de Investigaciones en Ciencias Microbiológicas-ICUAP, b Facultad de Ingeniería Química. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, México.
✉ *fabiola.avelinoflores@viep.com.mx

PALABRAS CLAVE: Película comestible, vida media, parámetros fisicoquímicos, parámetros microbiológicos.

Introducción

Las frambuesas son frutas perecedoras ya que presentan una alta tasa de respiración (Rodríguez & de Hernández, 2021) y un alto contenido de azúcares, con una vida poscosecha muy corta siendo esto una problemática para los agricultores.

Por ello es necesario investigar y desarrollar nuevas tecnologías que permitan mantenerlas en condiciones óptimas para el consumidor por un periodo más largo de tiempo, por lo cual se planteó elaborar y aplicar una película comestible a base de semilla de tamarindo para incrementar la vida media de las frambuesas. Se evaluaron los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos con la finalidad de demostrar que el recubrimiento aplicado a los frutos frescos no afectaba su comportamiento fisicoquímico y conservaba su calidad microbiológica.

Metodología

Se seleccionaron las frambuesas utilizadas para este proyecto y se consideraron dos lotes; el grupo control y el grupo al cual se le aplicó la película comestible formulada con un extracto acuoso de la semilla de tamarindo, carboximetilcelulosa, glicerol, aceite esencial de *Mentha piperita* y agua. La aplicación de la película sobre las frambuesas fue por inmersión, se secaron los frutos y se almacenaron a 4°, se dio

seguimiento a las frambuesas durante 10 días. Todos los ensayos se realizaron por triplicado para garantizar su reproducibilidad y confiabilidad.

Tanto los parámetros microbiológicos como los fisicoquímicos se realizaron en ambos grupos y se hizo un seguimiento durante 10 días. Los parámetros microbiológicos determinados fueron: recuento de bacterias mesófilas aerobias (NOM-092-SSA1-1994), coliformes fecales (NOM-210-SSA1-2014, TÉCNICA DEL NMP), coliformes totales (NOM-113-SSA1-1994) y mohos (NOM-111-SSA1-1994). Las determinaciones fisicoquímicas realizadas fueron: pH (NMX-F-317-S-1978), actividad de agua (A_w) (apartado 978.18 A. O. A. C), contenido de humedad (NMX-F-428-1982), sólidos solubles expresados en grados Bx (NMX-F-103-1982) y acidez titulable (NMX-FF-011-1982).

Resultados y discusión

El recuento de bacterias mesófilas aerobias en las frambuesas control y con la película se mantuvieron dentro del número que establece la norma NOM-093-SSA1-1994 que es de 150,000 UFC/g (Figura 1). Para el caso de coliformes totales se obtuvieron resultados similares a los ya reportados en otros trabajos. En la Figura 2 se observa una disminución en el recuento de mohos atribuyéndose al efecto antifúngico del aceite de *Mentha piperita* el cual se ha reportado tiene actividad antifúngica (Desam *et al.*, 2019). Se observó que las frambuesas control sólo alcanzaron una vida media de 3 días.

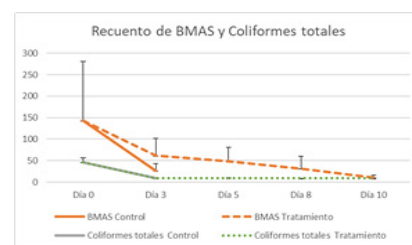


Figura 1. Recuento de BMA y coliformes totales.



Figura 2. Recuento de Mohos.

Las evaluaciones de los parámetros de calidad físico-química (Figura 3, 4 y 5) mostraron que estos no fueron modificados al aplicar la biopelícula comestible sobre las frambuesas frescas, por lo que se afirma que los frutos podrían ser aceptados por los consumidores. Por otro lado, se observa en la Figura 4 que el contenido de ácido cítrico tiende a disminuir debido a que este se metaboliza como parte del metabolismo de los frutos (Famiani *et al.*, 2014a).

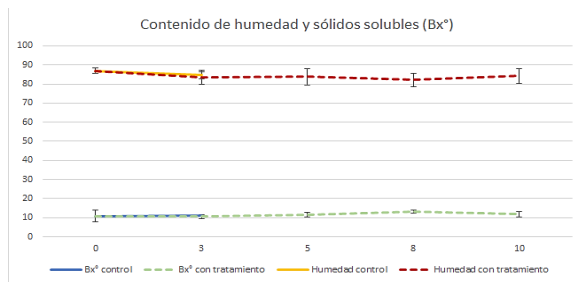


Figure 3. Contenido de humedad y °Bx.

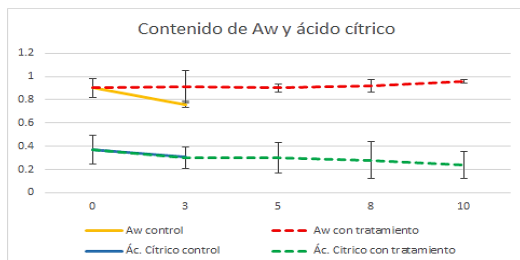


Figure 4. Contenido de Aw y Ác, cítrico.

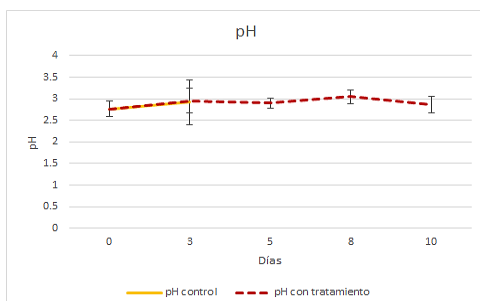


Figura 5. Valores de pH.

Conclusiones

Se obtuvo una película comestible que al ser aplicada sobre las frambuesas frescas resultó ser una buena alternativa para la preservación de los frutos durante 10 días de almacenamiento con respecto al grupo de frambuesas sin aplicación de película que sólo duraron 3 días en promedio.

Referencias

- Desam, N. R., Al-Rajab, A. J., Sharma, M., Mylabathula, M. M., Gowkanapalli, R. R. & Albratty, M. (2019). Chemical constituents, in vitro antibacterial and antifungal activity of *Mentha* × *Piperita* L. (peppermint) essential oils. *Journal of King Saud University-Science*, 31(4): 528-533
- Famiani, F., Farinelli, D., Palliotti, A., Moscatello, S., Battistelli, A. & Walker, R. P. (2014a). Is stored malate the quantitatively most important substrate utilized by respiration and ethanolic fermentation in grape berry pericarp during ripening *Plant Physiology and Biochemistry*, 76: 52-57.
- Rodríguez, L. B. D. & de Hernández, R. M. A. (2021). Tecnologías postcosecha para promover la vida de anaquel de frutos pequeños. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 22(1): 29-49.

Evaluación del contenido de fenoles totales y capacidad antioxidante de extractos de vaina de mezquite

Alfredo Varela Esquer^{1*},
Laura Elena Manzanarez Tenorio¹;
Saúl Ruiz Cruz²,
Víctor Ocaño Higuera² y
Enrique Márquez-Ríos²

¹Instituto Tecnológico de Sonora,
Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias,
²Departamento de Investigación y Posgrado en Alimentos,
Universidad de Sonora
✉ *alfredovesquer@hotmail.com

PALABRAS CLAVE: Mezquite, fenoles totales, actividad antioxidante

Introducción

Los compuestos fenólicos son una familia de fitoquímicos compuesta por 8000 moléculas diferentes. Su importancia radica en las propiedades bioactivas que se han demostrado en el organismo humano, como la capacidad de prevenir enfermedades inducidas por los radicales libres relacionadas con el estrés oxidativo, como las enfermedades cardiovasculares y el cáncer (Heck *et al.*, 2020).

El mezquite (*Prosopis* sp.) es un grupo de árboles pertenecientes a las leguminosas, compuesto por 40 especies, distribuidas en regiones áridas y semiáridas a nivel mundial. En México se encuentran las especies *P. palmeri*, *P. juliflora*, *P. velutina* y *P. articulata*, cuyos frutos son muy apreciados en la medicina tradicional para tratar diversas enfermedades como la presión, nubes en los ojos, funcionamiento intestinal y como astringente (Corzo *et al.*, 2009). Por lo tanto, el objetivo del presente estudio fue evaluar el contenido fenólico y capacidad antioxidante de extractos de vaina de mezquite (*Prosopis articulata*).

Metodología

Materia vegetal. Las vainas de mezquite (*P. articulata*) se recolectaron y secaron a 45 °C por 48 h, luego se trituraron y tamizaron (850 µm, N° 20).

Preparación de los extractos por maceración y extracción asis-

tida por ultrasonido (EAU). La maceración se realizó mezclando 2.5 g de muestra con 25 ml de disolvente de etanol al 96% (Etanol 96%), etanol al 70% (Etanol 70%), metanol absoluto (Metanol ab) o agua destilada (Agua d). Se agitó por 1 h a 25 °C y se filtró. Para EAU fueron los mismos disolventes y se sometieron a sonicación por 1 h en baño ultrasónico de 40 kHz.

Determinación del contenido fenólico total. Se mezcló 150 µl del reactivo Folin-Ciocalteu, 30 µl del extracto y 120 µl de carbonato de sodio al 7.5%. Se reposó por 30 min en completa oscuridad y se leyó a 750 nm.

Capacidad antioxidante equivalente de Trolox (TEAC) – ABTS. Se mezclaron 295 µL del radical ABTS con 5 µl del extracto y se leyó a 734 nm.

Evaluación del efecto protector sobre los eritrocitos humanos. Se lavaron eritrocitos humanos con solución fisiológica, luego se mezcló 100 µl de eritrocitos en suspensión (2%), 100 µl de extracto y 100 µl de radical AAPH. Se incubó 3 h a 37 °C. Posteriormente, se adicionó 1 ml de solución fisiológica, se centrifugó y se midió la absorbancia al sobrenadante a 540 nm.

Resultados y discusión

La Figura 1 (A, B y C) muestra los resultados del análisis del contenido fenólico total y la capacidad antioxidante de los extractos de vaina de mezquite obtenidos mediante dos técnicas de extracción y cuatro disolventes. El contenido fenólico total se muestra en la Figura 1 (A). Se observa que la maceración presentó mayor rendimiento en comparación con EAU en cada uno de los disolventes. La menor recuperación de compuestos fenólicos por EAU se atribuye al tiempo de extracción prolongado y el aumento de temperatura ocasionado por el fenómeno de cavitación acústica que se relaciona con la degradación de fenoles sensibles al calor (Singh *et al.*, 2017). La Figura 1 (B) muestra la capacidad antioxidante medida por ABTS, donde EAU presentó mayor inhibición del radical en comparación con la maceración, pero en ambos casos, el etanol al 70% es el solvente más eficaz. Esto se debe al hecho de que el agua en el disolvente hidroalcohólico incrementa su polaridad y ayuda a rehidratar las células vegetales aumentando la superficie de contacto entre el solvente y las moléculas antioxidantes (Zuorro *et al.*, 2019). En la Figura 1 (C) se observa el efecto protector sobre los eritrocitos humanos, donde todos los tratamientos

presentaron diferencias estadísticamente significativas, pero los extractos por maceración mostraron una mayor protección. El efecto protector de los extractos se atribuye a la presencia de flavonoides en las leguminosas, que se unen a la membrana lipídica de los eritrocitos e impiden la peroxidación y su rompimiento (Sowndhararajan *et al.*, 2011).

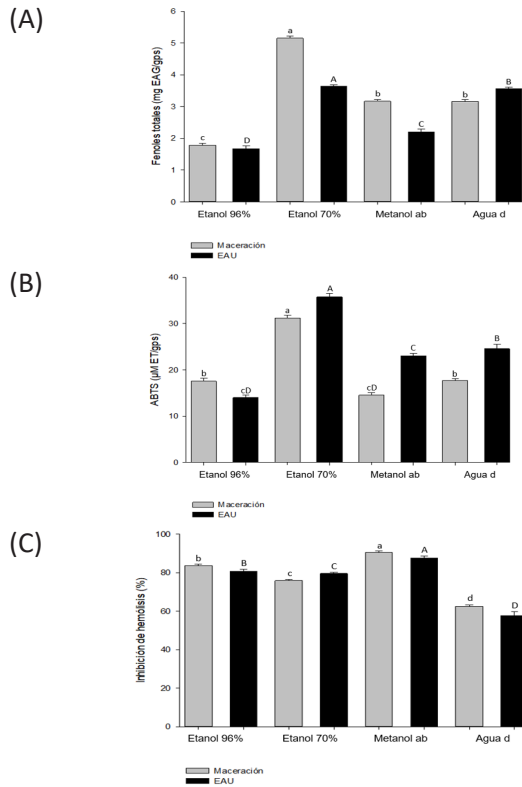


Figura 1. Resultados mostrados en los extractos de mezquite. (A) contenido fenólico total, (B) capacidad antioxidante equivalente de Trolox (TEAC)-ABTS, (C) efecto protector sobre los eritrocitos humanos. Los resultados mostrados representan la media \pm desviación estándar de los análisis por triplicado. Los superíndices diferentes denotan diferencia significativa ($P < 0.05$).

Conclusiones

El solvente hidroalcohólico en conjunto con maceración presentaron la mayor eficiencia de extracción de compuestos fenólicos y actividad antioxidante. Así mismo, se concluye que los extractos de vaina de mezquite presentan excelentes propiedades antioxidantes y efecto protector de eritrocitos humanos. Por lo tanto, el extracto hidroalcohólico representa una excelente opción para ser empleado como an-

tioxidante de origen natural en la industria alimentaria.

Referencias

- Corzo, A. G., Bravo, E., Serrano, F. & Vattuone, M. (2009). Actividad antibacteriana de extractos de hojas de *Prosopis alba*, Griseb, frente a cepas patógenas humanas y fitopatógenas. *Quebracho-Revista de Ciencias Forestales*. 17(1-2), 106-114.
- Heck, R. T., Ferreira, D. F., Fagundes, M. B., Santos, B. A. D., Cichoski, A. J., Saldaña, E. & Campagnol, P. C. B. (2020). Jabuticaba peel extract obtained by microwave hydrodiffusion and gravity extraction: A green strategy to improve the oxidative and sensory stability of beef burgers produced with healthier oils. *Meat Science*. 10(4):82-30.
- Singh, B., Singh, N., Thakur, S. & Kaur, A. (2017). Ultrasound assisted extraction of polyphenols and their distribution in whole mung bean, hull and cotyledon. *Journal of food science and technology*. 54(4), 921-932
- Sowndhararajan, K., Siddhuraju, P. & Manian, S. (2011). Antioxidant and free radical scavenging capacity of the underutilized legume, *Vigna vexillata* (L.) A. Rich. *Journal of Food Composition and Analysis*. 24 (2): 160–165.
- Zuorro, A., Iannone, A. & Lavecchia, R. (2019). Water organic solvent extraction of phenolic antioxidants from brewers spent grain. *Processes*. 7(3): 1-11.

Bacterias oxidadoras de amonio presentes en suelo salino-alkalino del ex-lago de Texcoco

Valentín Pérez-Hernández^{1*},
Mario Hernández-Guzmán²,
Joaquín A. Montes-Molina¹,
Víctor M. Ruiz-Valdiviezo¹,
Federico Gutiérrez-Miceli¹ y
Luc Dendooven²

¹Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez, Departamento de Química y Bioquímica,
²Centro de Investigación y de Estudios Avanzados, CINVESTAV-IPN, laboratorio de ecología de suelos
✉ *vperezhdz@hotmai.com

PALABRAS CLAVE: Ciclo del nitrógeno, nitrificación, ambiente extremo

Introducción

El ciclo del nitrógeno ha sido estudiado ampliamente en diversos ecosistemas. Recientemente los ambientes salinos han llamado la atención por presentar condiciones únicas de salinidad y pH. Uno de los sistemas salinos presente en México es el ex-lago de Texcoco, que se ubica en el noreste de la ciudad de México. En este sitio se han realizado diversos estudios relacionados al ciclo del nitrógeno y el efecto de la salinidad-alkalinidad sobre las comunidades microbianas (Dendooven *et al.*, 2010), pero aún se desconocen las bacterias involucradas en el proceso de nitrificación, específicamente en la oxidación de amonio. El objetivo de este estudio fue conocer las bacterias oxidadoras de amonio (AOB) presentes en suelos del ex-lago de Texcoco, esto mediante el empleo de pirosecuenciación del gen funcional amoA.

Metodología

Muestreo y caracterización de suelo. Se muestrearon tres áreas con diferente pH y CE en el ex-lago de Texcoco, estado de México. El sitio uno con CE de 0.6 dS m⁻¹ y un pH de 8.5 (Texcoco 1), sitio dos con CE de 9.0 dS m⁻¹ y pH 10.3 (Texcoco 2), sitio tres CE 84.8 dS m⁻¹ y pH 10.3 (Texcoco 3). Dos suelos agrícolas se emplearon como suelos no salinos con-

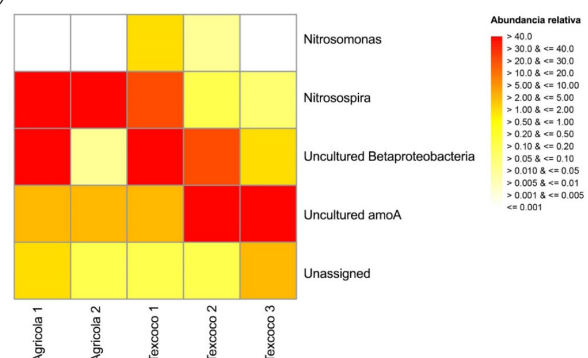
siderados agrícola 1 y agrícola 2.

Extracción de ADN, secuenciación, análisis bioinformático y estadístico. Se realizó la lisis celular empleando tres métodos: lisis térmica-mecánica, lisis química-mecánica y lisis enzimática-mecánica. El ADN extraído se amplificó por PCR empleando cebadores específicos para bacterias oxidadoras de amonio (AOB): amoA-1F y amoA-2R. El producto de PCR fue secuenciado empleando el equipo Roche GS-FLX Titanium 454 (Roche, Mannheim, Alemania). Las secuencias fueron analizadas empleando el software QIIME 1.9 (Caporaso *et al.*, 2010). La asignación taxonómica se realizó empleando la base de datos de proteínas y la herramienta FrameBot de la plataforma FUNGENE. El análisis estadístico se realizó empleando el software R v3.5.1. Se realizó un ANOVA con Tukey-HSD ($p < 0.05$) y correlación de Spearman a los datos obtenidos.

Resultados y discusión

Las secuencias del gen amoA fueron asignadas a dos géneros: Nitrosospira y Nitrosomonas y a dos grupos bacterianos no cultivables sin asignación taxonómica conocida: Uncultured amoA y Uncultured Betaproteobacteria (Figura 1a). Los suelos de Texcoco presentaron diferencias significativas ($p < 0.05$) a los suelos agrícolas en pH y CE. Los suelos de Texcoco presentaron alto pH y alcalinidad haciéndolo un ambiente extremo con condiciones limitantes para la actividad microbiana y el crecimiento vegetal, siendo los suelos agrícolas los suelos más favorables para las AOB. Los suelos con características extremas presentan bajo contenido de agua, baja disponibilidad de nutrientes, alta salinidad o alcalinidad, condiciones que afectan el desarrollo microbiano (van den Burg, 2003).

A)



B)

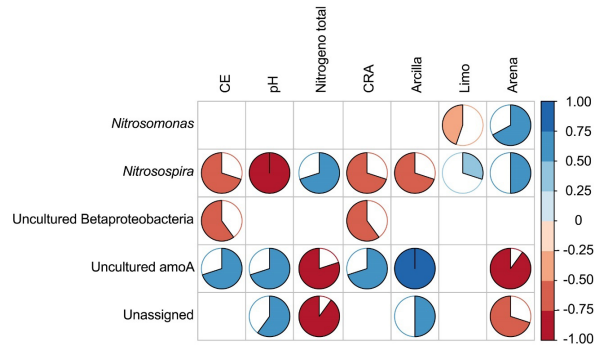


Figura 1. A) Heatmap con los datos de abundancia relativa de los diferentes AOB encontrados en los diferentes sitios, B) Correlación de Spearman entre las AOB y las características fisicoquímicas del suelo.

Los géneros *Nitrosomonas* y *Nitrospira* mostraron correlación negativa con el pH y la CE del suelo, mientras el comportamiento opuesto se observó entre el grupo *Uncultured amoA* y *Uncultured Betaproteobacteria* (Figura 1b). Los suelos salinos usualmente presentan altas concentraciones de sales como sodio, calcio y magnesio, los cuales inducen estrés osmótico sobre las comunidades microbianas, limitando su desarrollo (Guo *et al.*, 2020). El género *Nitrospira* está ampliamente distribuido en diversos ambientes, siendo dominante en suelos. La abundancia relativa de bacterias no cultivables fue alta en los suelos de Texcoco; estas podrían tener una importancia ambiental y funcional en este ambiente.

Conclusiones

La diversidad de las bacterias oxidadoras de amonio en los suelos del ex-lago de Texcoco fue afectado por el pH y la CE. La baja diversidad de AOB tiene un efecto directo sobre la nitrificación y consecuentemente sobre el ciclo del nitrógeno.

Referencias

- Caporaso, J. G., Kuczynski, J., Stombaugh, J., Bittinger, K., Bushman, Knight, R. (2010). QIIME allows analysis of high-throughput community sequencing data. *Nature Methods*, 7(5), 335–336. 10.1038/nmeth.f.303
- Dendooven, L., Alcántara-Hernández, R. J., Valenzuela-Encinas, C., Luna-Guido, M., Perez-Guevara, F., & Marsch, R. (2010). Dynamics of carbon and nitrogen

in an extreme alkaline saline soil: A review. *Soil Biology and Biochemistry*, 42(6), 865–877. 10.1016/J.SOILBIO.2010.02.014

Guo, H., Ma, L., Liang, Y., Hou, Z., & Min, W. (2020). Response of ammonia-oxidizing Bacteria and Archaea to long-term saline water irrigation in alluvial grey desert soils. *Scientific Reports*, 10(1), 489. 10.1038/s41598-019-57402-x

Van den Burg, B. (2003). Extremophiles as a source for novelenzymes. *Current Opinion in Microbiology*, 6(3), 213–218. 10.1016/S1369-5274(03)00060-2

Inhibición de los productos finales de glicación avanzada con extractos de cocolmecha (*Smilax spp.*)

Sergio Luis Valle Sánchez¹,
Roberto Rodríguez Ramírez^{1*},
Luz Angélica Ávila Villa²,
Alma Guadalupe Villa Lerma²,
Abraham Wall Medrano³ y
Aarón Fernando González Córdova⁴

¹Instituto Tecnológico de Sonora.

Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias

²Universidad de Sonora.

Departamento de Ciencias de la Salud

³Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.

Instituto de Ciencias Biomédicas,

⁴Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo,

A.C. Coordinación de Alimentos de Origen Animal

✉*roberto.rodriguez@itson.edu.mx

PALABRAS CLAVE: Cocolmecha, glicación, polifenoles, Maillard, AGEs.

Introducción

La reacción de Maillard (RM) es una reacción no enzimática donde se involucran azúcares reductores y grupos amino. Algunos productos de la RM se conocen como productos finales de glicación avanzada (AGEs por sus siglas en inglés) los cuales están relacionados en enfermedades crónicas como diabetes mellitus, arteroesclerosis y Alzheimer (Bastos y Gugliucci, 2015). Por otro lado, compuestos presentes en las raíces de cocolmecha (*Smilax spp.*) como saponinas, flavonoides y polifenoles han demostrado tener la capacidad de reducir los niveles de glucosa, colesterol y triglicéridos in vivo (Pereira *et al.*, 2015). El objetivo de este trabajo fue demostrar la inhibición de AGEs en sistema modelo proteína-carbohidrato con extractos de cocolmecha (*Smilax spp.*).

Metodología

Para obtener compuestos de *Smilax spp.*, se realizaron extracciones según, Pérez-Ramírez *et al.*, (2016) con modificaciones. Se pesaron 2 g de las raíces, se homogenizaron con 100 mL de agua milli-Q y se

hirvieron a 100 °C por 30 min, la mezcla se filtró y refrigeró protegida de la luz, y se obtuvo un extracto acuoso (EA). Con la misma cantidad se utilizó etanol al 70 % (EtOH₇₀) a 60 °C por 30 min y se obtuvo un extracto etanólico (EE). El EE se calentó a 90 °C por 10 min, se resuspendió en 10 mL de agua, se centrifugó a 4000 rpm por 20 min, se recuperó el sobrenadante y se obtuvo un extracto etanólico evaporado y soluble en agua (EEA). Por último, el residuo orgánico se resuspendió en 10 mL de EtOH₇₀ y se obtuvo un extracto etanólico concentrado (EEC). Por otro lado, la inhibición de AGEs fue de acuerdo con Mesías *et al.*, (2013). Se mezclaron 200 µL de albúmina de suero bovino (BSA a 35 mg/mL con oxitetraciclina 0.02 % m/v) + 400 µL de glucosa (100 mg/mL) y 100 µL de los extractos o de piridoxamina (10 mM, control positivo). Los reactivos fueron disueltos en buffer de fosfatos salino (PBS) a 0.01 M, pH = 7.4. Los extractos se diluyeron 1:7 v/v en PBS y se midió su fluorescencia intrínseca. Las muestras se incubaron a 37 °C por 7 días en un horno. Pasando el tiempo se colocaron las muestras en hielo por unos minutos. Posteriormente se leyó la fluorescencia de las muestras (360 nm excitación y 420 nm emisión) en un fluorómetro NanoDrop de Thermo Scientific. El porcentaje de inhibición de los AGEs se calculó con la siguiente ecuación: % inhibición = [1 - (Finhibidor - Fintrínseca)/(Fcontrol)] x100. Se realizó un análisis de varianza (p < 0.05, n = 3) test de Duncan en Statgraphics CENTURION.

Resultados y discusión

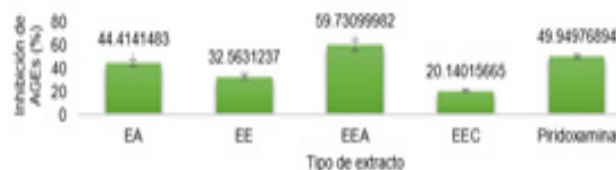


Figura 1. Porcentajes de inhibición de AGEs de los extractos.

En la Figura 1, se muestra que el extracto EEA presentó un 59.73 % de inhibición, el cual fue un valor mayor con respecto a los demás extractos y todos presentaron diferencias significativas (p < 0.05). Esta inhibición se puede deber a algunos compuestos como el ácido rosmarínico, hesperidina y β-sitosterol, que se han reportado en extractos de *S. cordi-*

folia (Pérez-Ramírez *et al.*, 2016). También Cao *et al.*, (2019) reportó al ácido cafeico con un 29.82 % de inhibición, un valor menor a lo reportado en este estudio, lo cual releva que la mezcla de compuestos logra mayor inhibición que uno individual como lo presentado en este estudio.

Conclusiones

Se logró inhibir la formación de los AGEs en el sistema BSA-glucosa con los extractos, de los cuales el EEA fue el que mayor inhibición mostró. Siendo este posiblemente considerado para una alternativa natural en la inhibición de los AGEs.

Referencias

- Bastos, D.H.M. y Gugliucci, A. (2015). Contemporary and controversial aspects of the Maillard reaction products. *Current Opinion in Food Science*. 1 :13–20.
- Cao, X., Xia, Y., Zeng, M., Wang, W., He, Y. y Liu, J. (2019). Caffeic Acid Inhibits the Formation of Advanced Glycation End Products (AGEs) and Mitigates the AGEs-Induced Oxidative Stress and Inflammation Reaction in Human Umbilical Vein Endothelial Cells (HUVECs). *Chem. Biodiversity*. 16(10): 1-9.
- Mesías, M., Navarro, M., Gokmen, V., y Morales, F.J. (2013). Antiglycative effect of fruit and vegetable seed extracts: inhibition of AGE formation and carbonyl-trapping abilities. *J Sci Food Agric*. 93: 2037–2044.
- Pereira, F.L., Oliveira, V.B., Viana, C.T.R., Campos, P.P., Silva, M.A.N. y Brandão, M.G.L. (2015). Antihyperlipidemic and antihyperglycemic effects of the Brazilian salsaparrilhas *Smilax brasiliensis* Spreng. (Smilacaceae) and *Herreria salsaparrilha* Mart. (Agavaceae) in mice treated with a high-refined-carbohydrate containing diet. *Food Research International*. 76: 366–372.
- Pérez-Ramírez, I.F., Enciso-Morena, J.A., Guevara-González, R.G., Gallegos-Corona, M.A., Loarca-Piña, G. y Reynoso-Camacho, R. (2016). Modulation of renal dysfunction by *Smilax cordifolia* and *Eryngium carlinae*, and their effect on kidney proteome in obese rats. *Journal of Functional Foods*. 20: 545–555.

TWEEN 80/carvacrol cargado en películas de pectinas cítrica

López-Mata Marco Antonio^{1*},
Juárez Josué,
Beltrán-Osuna Osvaldo,
Luna-Verdugo Mariangel,
Quibui-Cota Luis³ y
Valbuena-Gregorio Edith¹

¹ Universidad de Sonora. Departamento de Ciencias de la Salud, Campus Cajeme.

² Universidad de Sonora. Departamento de Física, Unidad Centro

³ Departamento de Nutrición Pública y Salud, Coordinación de Nutrición, Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C.

✉ *marco.lopezmata@unison.mx

PALABRAS CLAVE: carvacrol, pectina, biomaterial

Introducción

El carvacrol (CAR) es un monoterpenoide fenólico con propiedades antimicrobianas, antioxidantes y anti-inflamatorias. Sin embargo, su aplicación directa sobre los tejidos (vegetal o animal) se complica, ya que es volátil, fotosensible, hidrofóbico y suele ocasionar irritación (Sharifi-Rad y col., 2018). Una de las alternativas para conservar y controlar su liberación ha sido a través de su encapsulación en biopolímeros como; quitosano, alginato y pectina (PEC). La PEC es un polisacárido de ácido D-galacturónico con algunas cadenas laterales y es reconocida por sus propiedades formadoras de películas; las cuales pueden tener aplicaciones en la industria alimentaria, farmacéutica y cosmética (Du y col., 2020) Aunque en el pasado se han utilizado algunas formas para la encapsulación del CAR en matriz de PEC; principalmente con adición directa hacia PEC, entrecruzamiento o con previa combinación con CAR-tween 80 (T80)-surfactante, pero sin estabilizar la emulsión, lo que puede afectar la estabilidad de las micelas durante la combinación con la PEC. Lo cual podría provocar una baja retención de CAR en las películas de PEC. Por lo anterior, el objetivo de este trabajo

fue, elaborar membranas de PEC con CAR encapsulado previa optimización de la cantidad de CAR:T80 y evaluar el porcentaje de retención.

Metodología

Emulsiones de CAR:T80 fueron preparadas por sonicación, manteniendo constante la cantidad de T80 (T80 1.0% v / v) y variando sistemáticamente los volúmenes de para conseguir razones de CAR:T80 como siguen: 1:0, 16:1, 8:1, 4:1 y 2:1 (v/v). La máxima capacidad de carga de las micelas fue determinada por dispersión dinámica de la luz (DLS por siglas en inglés), usando un ALV-5000 / E, ALV GmbH (Alemania) y los radios hidrodinámicos fueron obtenidos. Una vez seleccionada la emulsión óptima de CAR:T80, esta fue incorporada al 0.25, 0.5 y 1.0% en una solución de PEC (6.0% m/v) con glicerol 4%v/v y el método de casting fue utilizado para obtener las películas. Una vez obtenida las películas, el porcentaje de CAR retenido fue determinado usando un HPLC (Agilent, 1100 serial, California, USA) con una columna Zorbax Eclipse XDB-C18 (80Å, 5µm partícula, 4.6 x 250 mm, California, USA) con una fase acetonitrilo:agua (50:50 v/v) y la absorbancia fue monitoreada a 274 nm con un detecto UV-visible.

Resultados y discusión

La emulsión 4:1 (70.1± 0.4 nm) fue la relación más óptima y estable de CAR:T80, ya que la emulsión visualmente se presentó con una ligera turbidez y sin sedimentación comparada con las otras proporciones. Previos autores han establecido que micelas con un tamaño de entre 20 y 200 nm evitan la sedimentación y están fuertemente asociadas con la estabilidad de la emulsión (Tadros, 2009). Por lo anterior, esta emulsión fue usada para la elaboración de las películas de PEC. La determinación del porcentaje de retención de las películas mostró que la PEC-CAR-0.50% mostró la retención más alta (13.9%) (p< 0.05), comparada con PEC-CAR-0.25% (9.7%) y PEC-CAR-0.25% (9.1%). Aunque el porcentaje de CAR retenido en las películas puede considerarse relativamente bajos. Es importante hacer notar que nuestros rangos de retención de CAR se encuentran dentro de los rangos previamente reportados en otras matrices bio-polimérica (3% a 21%). (Rostami y col., 2019).

Conclusiones

Los autores consideramos que la previa estabilización y optimización de la emulsión no incrementa significativamente la retención de CAR en películas de PEC cuando el método de casting es utilizado.

Referencias

Du, L. H., Loveday, S. M., Nowak, E., Niu, Z., & Singh, H. (2020). Pectin emulsions for colon-targeted release of propionic acid. *Food Hydrocolloids*,103, 105623.

Rostami, M., Yousefi, M., Khezerlou, A., Mohammadi, M. A., & Jafari, S. M. (2019). Application of different biopolymers for nanoencapsulation of antioxidants via electrohydrodynamic processes. *Food Hydrocolloids*,97, 105170.

Sharifi-Rad, M., Varoni, E.M., Iriti, M., Martorell, M., Setzer, W. N., Contreras, M de M., Salehi, B., Soltani-Nejad, A., Rajabi, S., Tajbakhsh, M. and Sharifi-Rad, J. (2018) Carvacrol and human health: A comprehensive review. *Phytotherapy Research*, 32:1675–1687.

Tadros, T. F. (2009). Emulsion science and technology: a general introduction. *Emulsion Science and Technology*, 1, 1-55.

Residuos agroalimentarios para el crecimiento de *haematococcus pluvialis*: un enfoque de economía circular

Celestino García Gómez*,
Miguel Angel Gamez Moreno,
Elizabeth Garza Valverde,
Julia Mariana Márquez Reyes y
Juan Nápoles Armenta

Universidad Autónoma de Nuevo León,
Facultad de Agronomía
✉ *celestino.garciagm@uanl.edu.mx

PALABRAS CLAVE: Nejayote, lixiviado alimenticio, microalga

Introducción

El lixiviado alimentario es un líquido que se genera por la descomposición de alimentos, el cual es rico en fuente de carbono y nutrientes (1). El nejayote es el líquido residual obtenido del proceso de nixtamalización, la cual posee un pH alcalino, altas concentraciones de materia orgánica disuelta y suspendida, por lo tanto, se considera altamente contaminante (2). Debido a esto, la ecotecnología de las microalgas es prometedora por su doble labor: generación de subproductos sostenibles y mejorar la calidad del agua (3). Aunque las microalgas en el uso de residuos líquidos bajo el concepto de una bioeconomía circular tienen una dirección sostenible y rentable, todavía hay retos por superar. El objetivo de este trabajo fue determinar la combinación de nejayote y lixiviado alimenticio óptima como medio de cultivo para la microalga *Haematococcus Pluvialis*.

Metodología

En este estudio se utilizó dos residuos líquidos para crecimiento de *Haematococcus Pluvialis*. Las condiciones de crecimiento de las microalgas fueron pH de 9.0, intensidad de luz de 10000 lx y tiempo de iluminación de 16 h. Bioreactores con 500 ml fueron operados a $25 \pm 1^\circ\text{C}$ con un suministro de aire de 0.5 vvm por 20 días. La producción de biomasa, clorofila, lípidos, carbohidratos y la eliminación de DQO, amonio y ortofosfato por microalga *Haematococcus*

Pluvialis fue evaluada a concentración inicial de biomasa de 0.5 g/l. Se analizó el efecto de la concentración de los residuos líquidos por medio de un diseño experimental mixto de vértices extremos con cinco combinaciones, esto con el propósito de encontrar la mejor mezcla con potencial de crecimiento de biomasa y captación de nutrientes. El residuo Nejayote fue recolectado de la empresa Maseca planta Norte y el lixiviado de alimentos de la central de abasto la Estrella, ambos del estado de Nuevo León. Los tratamientos consistieron en 5 corridas experimentales en triplicado, resultado un total de 15, con diversos niveles de Nejayote (0, 10, 25 y 90 %), lixiviado de alimentos (0, 10, 25 y 90 %), medio bold (10, 50 y 90%).

Resultados y discusión

Los resultados de la caracterización de ambos residuos líquidos utilizados fueron los siguientes: en el caso de Nejayote, ST (10042.50 ± 88.84 mg/L), Nitratos (146.25 ± 17.78 mg/L), Nitritos (1927.73 ± 59.44 mg/L), Ortofosfatos (0.6189 ± 0.0316 mg/L), Amonio (133.91 ± 8.66 mg/L), Sulfatos (473.39 ± 14.77 mg/L), DQO (4598.33 ± 43.03 mg/L) y para el residuo lixiviado, ST (7806.66 ± 212.21 mg/L), Nitratos (125.51 ± 3.42 mg/L), Nitritos (586.82 ± 16.39 mg/L), Ortofosfatos (78.23 ± 2.19 mg/L), Amonio (2607.44 ± 36.94 mg/L), Sulfatos (1106.44 ± 70.04 mg/L), DQO (4602.50 ± 110.87 mg/L). En la Figura 1 se muestra la evolución de los tratamientos en la experimentación, el tratamiento de 10% lixiviado y resto de medio bold resultó con la mayor producción de biomasa con 6.34 ± 1.07 g/L con un buen rendimiento en concentración de clorofila a (0.9 mg/ml), lípidos (23%), carbohidratos (22%) y la eliminación de DQO (65%), amonio (92%) y ortofosfatos (79%).

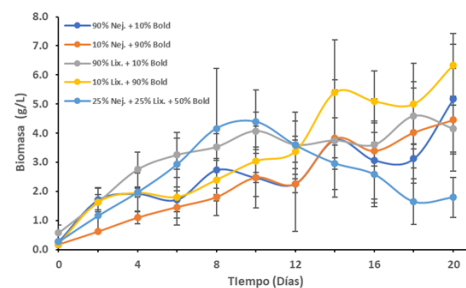


Figura 1. Cinéticas de crecimiento de biomasa de los tratamientos.

Conclusiones

La mejor opción para el crecimiento celular de *Haematococcus Pluvialis* es el uso de lixiviado alimenticio, una combinación con Nejayote disminuyó el crecimiento celular en la valorización de residuos analizada. Con esto se ha demostrado una opción sostenible hacia la reducción de los contaminantes y el crecimiento de las microalgas para la obtención de productos de alto valor.

Referencias

- Destro G, Braga S, Tadayozzi Y, Almeida A, Chaves A & Forti J. (2020). *Environ Qual Manage.* 1-9.
- Vacio-Muro K, Lozano-Álvarez J, Sánchez-González M, Chávez N, Torres-Ramírez E & Jáuregui-Rincón J. (2020). *Rev. Int. Contam. Ambient.* 36 (3): 497-515.
- Carus, M. and Dammer, L. (2018) The circular bioeconomy – concepts, opportunities, and limitations. *Ind. Biotechnol.* 14, 83–91

Análisis espectral, caracterización fitoquímica y antioxidante de extractos crudos de *Justicia Spicigera* Schtdl

Daniel Eligio Gatélum Gutiérrez^{1*},
Olga Nidia Campas Baypol²,
Ernesto Uriel Cantú Soto²,
Dalia Isabel Sánchez Machado²,
Jaime López Cervantes² y
Reyna Guadalupe Sánchez Duarte³

¹Instituto Tecnológico de Sonora,
Doctorado en Ciencias con Especialidad en Biotecnología

²Instituto Tecnológico de Sonora,
Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias

³Instituto Tecnológico de Sonora,
Departamento de Ciencias del Agua y Medio Ambiente

✉ *dangt1@hotmail.com

PALABRAS CLAVE: *Justicia spicigera*, extractos, fitoquímicos y antioxidante.

Introducción

La planta *Justicia spicigera* Schtdl. (*Acanthaceae*) es nativa de México y de América del sur, conocida como muicle o nicle, posee hojas de color verde intenso que llegan a medir hasta 7 cm de largo y flores de color naranja. Se ha demostrado que posee actividad biológica al emplear sus extractos (hojas), como lo son: la actividad hipoglucemiante, antiespasmódico, y antimicrobiano para bacterias Gram positivas y negativas (Anaya-Esparza *et al.*, 2018). El objetivo de estudio fue la caracterización espectral, fitoquímica y antioxidante de los extractos crudos de hojas de *J. spicigera* Schtdl. mediante métodos analíticos-espectrofotométricos.

Metodología

Las muestras de *J. spicigera* Schtdl. fueron recolectadas de plantas silvestres del sur de Sonora, separándose la parte aérea (hojas). Estas fueron lavadas-secadas para su molienda y tamizado. Las extracciones se realizaron utilizando 200 mg de muestra con 10 mL de solvente (metanol, etanol, 2-propanol, ácido acético glacial, acetonitrilo, acetona, acetato de etilo, dicloro-

metano, cloroformo, tolueno, *n*-hexano), se sometió a sonicación (40 kHz) y agitación orbital (200 rpm) para luego ser filtrado usando papel Whatman No. 1. El producto obtenido de la filtración, fue evaporado y reconstituido en etanol para su análisis espectral (300 a 700 nm) y caracterización. El contenido de Compuestos Fenólicos Totales (CFT) se determinó usando el reactivo de Folin-Ciocalteu y una curva de calibración de ácido gálico (Blainski *et al.*, 2013). El contenido de Flavoides Totales (FT) fue determinado por dos métodos basados en la formación del complejo aluminio-flavoide usando una curva de calibración de quercetina y rutina, para el método uno y dos, respectivamente (Pekal *et al.*, 2013). La Actividad Antioxidante (AA) se determino de acuerdo al porcentaje de inhibición del radical DPPH* y una curva de calibración de trolox (Brand-Williams *et al.*, 1995). Para calcular la concentración para inhibir el 50% del radical (IC₅₀), se realizó un análisis de regresión (Martinez-Morales *et al.*, 2020).

El análisis estadístico de los datos obtenidos se presenta como el promedio \pm desviación estándar ($n = 3$). Un análisis de varianza (ANOVA) fue realizado ($P \leq 0.05$) con un contraste múltiple de rango y la prueba de Turkey para determinar diferencias estadísticas entre los valores. Todos los análisis fueron realizados utilizando Statgraphics® Plus statistical software para Windows, Version 5.1.

Resultados y discusión

El análisis espectral demostró la presencia de un amplio grupo de compuestos con una absorción máxima que se encuentran entre 400 y 500 nm. Además, dos picos de absorción entre 600 y 700 nm relacionados con clorofila (Figura 1). Los CFT demostraron ser mayores al usarse para la extracción metanol, seguido de etanol y ácido acético glacial. Sin embargo, el resto de los solventes no demostraron poseer una capacidad de extracción superior a 1 mg EAG g⁻¹ B.S. De la misma manera, los FT demostraron ser mayores al usarse metanol>ácido acético glacial> etanol>acetona>acetonitrilo>2-propanol>acetato de etilo (Tabla 1). Aunque se ha demostrado la presencia de kampferol, kaempferitrina, criptoxantina y algunos otros fitoquímicos en las hojas de *J. spicigera* Schtdl. donde la concentración de estos puede variar dependiendo del

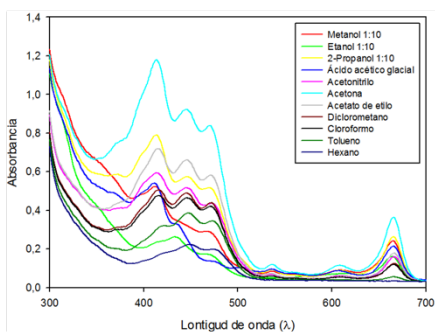


Figura 1. Análisis espectral de extractos crudos de hojas de *J. spicigera* Schitdl.

Tabla 1. Contenido de CFT, FT y valores de IC₅₀ en extractos de hojas de *J. spicigera* Schitdl.

Solvente de extracción	CFT	FT		AA (IC ₅₀)
		Método 1*	Método 2**	
Metanol	4.71 ± 0.39 ^a	6.08 ± 0.37 ^a	ND	77.69 ± 0.42 ^a
Etanol	3.46 ± 0.22 ^b	3.65 ± 0.64 ^b	ND	79.00 ± 0.04 ^a
2-Propanol	0.606 ± 0.12 ^{cd}	1.72 ± 0.31 ^c	ND	59.34 ± 0.37 ^b
Ácido acético glacial	3.15 ± 0.54 ^b	5.38 ± 0.37 ^a	ND	74.83 ± 0.68 ^c
Acetonitrilo	0.18 ± 0.02 ^d	1.98 ± 0.28 ^{cd}	ND	NC
Acetona	0.69 ± 0.24 ^c	2.57 ± 0.94 ^d	ND	54.84 ± 2.94 ^d
Acetato de etilo	0.25 ± 0.06 ^d	1.52 ± 0.16 ^c	ND	NC
Diclorometano	0.34 ± 0.30 ^{cd}	0.22 ± 0.27 ^e	ND	NC
Cloroformo	0.53 ± 0.04 ^{cd}	0.09 ± 0.02 ^e	ND	NC
Tolueno	0.49 ± 0.06 ^{cd}	0.21 ± 0.09 ^e	ND	NC
Hexano	0.34 ± 0.05 ^{cd}	0.101 ± 0.008 ^e	ND	NC

CFT: Compuestos Fenólicos Totales (mg EAG · g⁻¹B.S.); FT Flavonoides Totales (mg EQ · g⁻¹B.S.* y mg ER · g⁻¹B.S.**); AA: Actividad Antioxidante; IC₅₀: Concentración para la inhibición del 50% de radical DPPH. ND: No Detectado; NC: No Cuantificable. Los valores representan la media ± DS (n = 3). Diferentes letras en cada fila indican diferencias estadísticas entre los extractos (P = 0.05).

pretatamiento que se le proporcione a la muestra (Anaya-Esparza *et al.*, 2018).

La AA demostró ser mayor en los extractos polares y mediante un análisis compartivo de sus IC₅₀ se estableció una diferencia estadística en 4 de los 5 principales extractos (metanol>metanol>ácido acético glacial) con mayor AA (Martinez-Morales *et al.*, 2020).

Conclusiones

Se determinó que la capacidad de extracción fue con los solventes polares, obteniendo un mayor contenido de CFT y FT. Así mismo, se demostró que la AA fue mayor empleando este tipo de solventes además de requerir una menor concentración de extracto al realizarse un análisis comparativo de sus IC₅₀.

Referencias

Anaya-Esparza, L. M., Ramos-Aguirre, D., Zamora-Gasga, V. M., Yahia, E., & Montalvo-González, E. (2018). Optimization of ultrasonic-assisted extraction of phenolic compounds from *Justicia spicigera* leaves. *Food science and biotechnology*, 27(4), 1093-1102. <https://doi.org/10.1007/s10068-018-0350-0>

Blainski, A.; Lopes, G. C.; de Mello, J. C. P. Application and Analysis of the Folin Ciocalteu Method for Determination of the Total Phenolic Content from *Limonium Brasiliense* L. *Molecules*. 2013, 18(6), 6852-6865. <https://doi.org/10.3390/molecules18066852>

Brand-Williams, W.; Cuvelier, M. E.; Berset, C. Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity. *LWT-*

Food Sci Technol. 1995, 28(1) 25-30. [https://doi.org/10.1016/S0023-6438\(95\)80008-5](https://doi.org/10.1016/S0023-6438(95)80008-5)

Martinez-Morales, F., Alonso-Castro, A. J., Zapata-Morales, J. R., Carranza-Álvarez, C., & Aragon-Martinez, O. H. (2020). Use of standardized units for a correct interpretation of IC₅₀ values obtained from the inhibition of the DPPH radical by natural antioxidants. *Chemical Papers*, 74(10), 3325-3334. <https://doi.org/10.1007/s11696-020-01161-x>

Pękal, A.; Pyrzyńska, K. Evaluation of Aluminium Complexation Reaction for Flavonoid Content Assay. *Food Anal. Methods*. 2013, 7(9), 1776-1782. <https://doi.org/10.1007/s12161-014-9814-x>

Efecto del tipo de alimento en la actividad lipolítica de *Stomolophus sp. 2* en cautiverio

Alicia V Camacho Pacheco¹,
Lourdes M Díaz Tenorio^{1*},
Miguel A. Cisneros Mata²,
Marco L. Unzueta Bustamante¹ y
Ana M. Rentería Mexía¹

¹Instituto Tecnológico de Sonora,
DES Recursos Naturales

²Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura,
CRIP, Guaymas, Sonora

³Instituto de Acuicultura del Estado de Sonora
✉ *lourdes.diaz@itson.edu.mx

PALABRAS CLAVE: *Stomolophus*, lipasas, medusa, cautiverio.

Introducción

Las medusas son organismos que se caracterizan por presentar apariciones masivas, las cuales son atribuidas a factores antropogénicos (Brotz *et al.*, 2017). Algunas especies son de gran importancia pesquera, entre ellas *Stomolophus sp. 2* la cual genera una derrama económica muy importante en el litoral de Sonora. La especie es clasificada como consumidor secundario, ya que se alimenta principalmente de huevos de peces y larvas de moluscos. A la fecha se desconoce si hay una regulación de la actividad de las enzimas para regular la digestión de su alimento, se sabe que existe una variación en la actividad hidrolítica según la zona y la temporada de captura (Hernández-Corral, 2017); así mismo hay reportes de que *Stomolophus* tiene especificidad por los triglicéridos de cadena corta (Martínez-Pérez *et al.*, 2020). Por lo anterior, se plantea la siguiente hipótesis, la actividad enzimática lipolítica en la medusa *Stomolophus sp. 2* estará influenciada por el tipo de alimento ingerido.

Metodología

La recolecta de muestras se realizó en 2019 en la Bahía de las Guásimas, se capturaron dos tallas de medusas; adultas de 80-100 mm de diámetro de la campana. Al capturar se obtuvo muestra de contenido

gástrico in situ. Una vez que las medusas fueron colectadas, se trasladaron al CREMES (Centro Reproductor de Especies Marinas del Estado de Sonora) en Bahía de Kino, Sonora, donde cada 12 h durante 3 d, se les ofreció alguno de los siguientes alimentos: microalgas, nauplios de artemia, larvas “D” y huevos de peces. Una vez concluido el experimento, se colectó el contenido gástrico de cada medusa y se almacenó a -20 °C hasta su liofilización. Cada extracto se preparó con 50 mg del liofilizado y 1 mL de agua milli Q. Se cuantificó la proteína soluble, así como la actividad lipasa/ esterasa, utilizando 10 mM de pNP-butirato como sustrato en un ensayo cinético a 37 °C, midiendo el incremento de la absorbancia a 410 nm. Los datos se expresaron en unidades de actividad lipolítica, la cual se define como la cantidad de enzima que libera 1 µmol de ácido graso por min en las condiciones mencionadas.

Resultados y discusión

La actividad lipolítica en medusas fue variable, no se encontró algún patrón de acuerdo al tipo de alimento suministrado. Las muestras in situ muestran dos grupos, uno con actividad de 0.09 y otro 0.15 U/mg de contenido gástrico (Figura 1). Los picos más altos de actividad se encontraron en muestras de medusas alimentadas con Larvas “D” (LD), y con microalga (MA). El análisis de varianza nos indica que no hay diferencias significativas entre los tratamientos ($p > 0.05$), incluyendo el control y las muestras in situ. La actividad reportada para *Stomolophus* ha sido de 0.8 (Martínez-Pérez *et al.*, 2020), con el mismo sustrato, sin embargo, los organismos son de distinta localidad, para lo cual, ya se ha reportado que la actividad es distinta dependiendo de la zona.

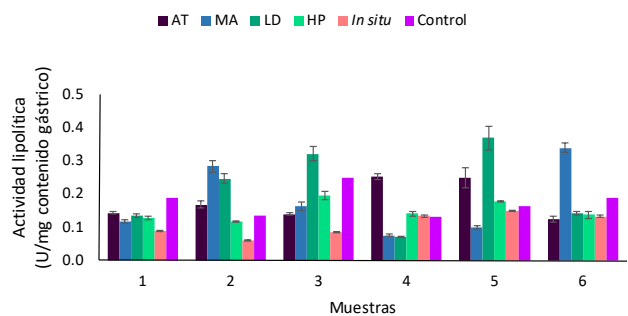


Figura 1. Actividad lipolítica en muestras de medusa *Stomolophus sp.2*; a) recolectadas in situ y las

alimentadas con: artemia (AT), microalga (MA), larvas D (LD), huevos de peces (HP), y sin alimentar (control).

Conclusiones

La actividad enzimática lipolítica de la medusa bola de cañón no depende del tipo de presa ingerida bajo las condiciones de cautiverio a la que fue sometida.

Referencias

- Brotz, L., Schiariti, A., López-Martínez, J., Álvarez-Tello, J., Hsieh, Y.P., Jones, R.P., Quiñones, J., Dong, Z., Morandini, A., Preciado, M., Laaz, E., & Mianzan, H. (2016). Jellyfish fisheries in the Americas: origin, state of the art, and perspectives on new fishing grounds. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 27, 1-29.
- Hernandez-Corral, E. A. (2017). Caracterización de la actividad carbohidrasa en el saco gástrico de la medusa bola de cañón (*Stomolophus meleagris*) y la evaluación de la variación espacio temporal en las costas de Sonora, México. Tesis de Maestría. Instituto Tecnológico de Sonora, Ciudad Obregón, Sonora.
- Martínez-Pérez, R.B., Rodríguez, J., Leyva-Soto, L.A., Gortáres-Moroyoqui, P., & Díaz-Tenorio, L.M. 2020. Cannonball jellyfish digestion: an insight into the lipolytic enzymes of the digestive system. *PeerJ* 8:e9794.

Caracterización de los atributos físicos y químicos que definen la calidad de la naranja enana (*Citrus japonica*) de Ciudad Obregón, Sonora

Itzel Valeria Soriano Medina¹,
Lourdes Mariana Díaz Tenorio^{1*},
Erika Denisse Mercado Salgado¹,
Luis Alonso Leyva Soto² y
Pablo Gortáres Moroyoqui¹

¹Instituto Tecnológico de Sonora,
Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias,
²Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología,
Dirección de Cátedras
✉ *lourdes.diaz@itson.edu.mx

PALABRAS CLAVE: *Citrus japonica*, análisis físico-químicos

Introducción

Los cítricos están representados por un grupo de especies originarias de las regiones tropicales y subtropicales de Asia, estos son cultivados alrededor del mundo principalmente en latitudes subtropicales, (Ramírez *et al*, 2014). Las especies más comerciales, son la naranja, limón, toronja, sin embargo, existen especies regionales que podrían comercializarse y ayudar a pequeños productores, sobre todo si se emplean para elaborar en productos delicatessen. Estos frutos pertenecen botánicamente en el orden de las geraniales, familia de las rutáceas, y a los géneros *Citrus*, *Fortunella*, *Poncirus*. La especie *Citrus japonica* puede desarrollarse en diferentes condiciones de suelo y climatológicas. Los frutos de la variedad meiswa son redondos, con un diámetro aproximado de 3 cm y peso promedio de 12 g. A medida que avanza la madurez, la cascara cambia de verde a naranja y en la etapa de maduración óptima, alcanza un amarillo dorado o rojizo-anaranjado., (Palma y D'Aquino, 2018). En el noroeste de México, específicamente en Sonora y Sinaloa este fruto se cosecha para consumirse fresco con chile o en mermelada, por lo que es necesario conocer sus características y poder proponer usos alternos de la misma. Este trabajo tiene

como objetivo caracterizar los atributos que pueden emplearse para evaluar la calidad de la naranja enana (*Citrus japonica*) cosechada en diferentes áreas de Cd. Obregón, Sonora.

Metodología

Los frutos del naranjo enano fueron recolectados de enero a julio del 2020 en 9 diferentes locaciones de Cd. Obregón, Sonora, de cada una se colectaron al menos 50 piezas, mismas que se lavaron y se seleccionaron las que estuvieran libres de daño físico. De cada lote se tomaron 30 piezas al azar, cada una se pesó y se le midió el diámetro, esto para calcular volumen y densidad del fruto. Posteriormente se agruparon en 3 grupos de 8 piezas para extraer el jugo, mismo que se midió para calcular el rendimiento. A este líquido se le midieron pH y sólidos solubles totales (SST) (°Brix), esto con un potenciómetro y refractómetro, respectivamente, así como cuantificación de la acidez titulable (AT) (NMX-FF-011-1982). Con la razón de SST y AT se calculó el índice de madurez. La concentración de azúcares reductores se cuantificó con el método espectrofotométrico de Miller, usando el ácido 3,5-dinitrosalicílico para provocar la oxidación de los azúcares aunado de su propia reducción endotérmica.

Resultados y discusión

Las localidades seleccionadas fueron de árboles situados en patios de casas particulares o en vía pública. En todos los casos se colectaron frutos que ya se consideraban comestibles, mismos que presentaron diferentes estados de madurez desde 1.5 hasta 2.4, donde a valores más bajos el fruto presentaba más áreas de color verde y a mayores un color anaranjado. Los frutos en promedio presentaron masa de 8.4 a 15.6 g y volumen de 7.3 a 13.8 mL, con estos datos obtuvimos una densidad de 1.06 a 1.22 g/mL, intuíamos que este atributo podría relacionarse con el rendimiento del jugo, sin embargo, no fue así. Por lo que se tendrá que encontrar alguna variable que nos indique este dato.

Respecto al pH, es ácido y no presenta mayor variación entre las localidades (2.3 a 2.7). La AT y la concentración de azúcares reductores si presentan variaciones cercanas al 15.5% entre las localidades, mostrando un valor promedio de 6.25 ± 0.98 (%)

m/V) expresado como ácido cítrico y de 0.65 ± 0.10 (g de azúcares reductores/ mL de jugo). Los SST se presentaron una variación del 9.7% entre los sitios, teniendo valores de entre 9.9% y 13.8%, estos datos se encuentran cercanos a los de la naranja valencia, cuyo valor promedio es de 10 °Brix.

Conclusiones

El presente trabajo permitió caracterizar algunos de los árboles de naranjo enano en Cd. Obregón, Sonora, se ha observado que el fruto presenta grandes variaciones entre indicadores como SST, AT y azúcares reductores, esto es de considerarse para la elaboración de productos derivados de los frutos de este árbol. Será necesario encontrar alguna variable que indique el contenido de jugo, sin tener que abrir los frutos. También será de importancia establecer una técnica para la medición del grado de amargor, característica que hace indeseable este fruto.

Referencias

- Palma, A., & D'Aquino, S. (2018). Kumquat - Fortunella japónica. Retrieved 30 November 2020, from <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128031384000356>
- Ramírez, J., Narváez, P., Pinzón, S., Martínez, M., Murcia, M., & Salazar, S. (2014). Principales características y tendencias del mercado de cítricos en Colombia (1st ed., p. 13). Palmira (Valle del Cauca, Colombia): Corpoica.

Aplicación de microorganismos promotores de crecimiento vegetal y yeso agrícola en árboles de higo

Azucena Gándara-Ledezma,
Paola Carolina Cantú-Nava,
Ruth Gabriela Ulloa-Mercado,
Enrico Arturo Yepéz-González y
Marco Antonio Gutiérrez-Coronado^{1*}

¹Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias,
Instituto Tecnológico de Sonora. 5 de Febrero 818 Sur, Co-
lonia Centro. 85000 Ciudad Obregón, Sonora, México.
*mgutierrez@itson.edu.mx

PALABRAS CLAVE: Biofertilizante, bioinoculante, microorganismo promotor de crecimiento, rendimiento, microbiología del suelo.

Introducción

La demanda del higo (*Ficus carica* L.) ha crecido mundialmente (Mendoza-Castillo *et al.*, 2017). En la búsqueda por mejorar el rendimiento y utilizar a su vez productos amigables con el medio ambiente se han utilizado microorganismos promotores de crecimiento vegetal (MOPCV) y enmiendas como el yeso agrícola para mejorar condiciones del suelo (Gambaudo, 2006; López-Aguilar *et al.*, 2012; Leal-Almanza *et al.*, 2018). El objetivo de este estudio fue evaluar la aplicación combinada de yeso agrícola con MOPCV, a través de análisis microbiológicos, nutrimentales y fisiológicos en planta de higo.

Metodología

MOPCV (108 UFC/m²) fueron inoculados en conjunto con yeso agrícola (calcio 40 kg/ha) en tres tratamientos, T₁: Testigo, T₂: Consorcio bacteriano, *T. harzianum* y yeso agrícola y T₃: *T. harzianum* y yeso agrícola en dos plantaciones.

Resultados

Los MOPCV inoculados lograron establecerse en la rizósfera. T₃ presentó mayor incremento en altura, mientras que la tasa relativa de crecimiento (IRC) se ve favorecida con T₂ y T₃ vs testigo. Los valores de clorofila son más elevados en plantas tratadas con T₂ y T₃.

Conclusiones

Aun sin haber presentado diferencia estadística T₂ y T₃ favorecieron las variables fisiológicas en comparación al testigo.

Referencias

- Gambaudo, S. (2006). Calidad del yeso natural para uso agrícola. Información Técnica Cultivos de Verano. INTA Estación Agropecuaria Rafaela. Publicación No. 106.
- Leal-Almanza, J., Gutiérrez-Coronado, M. A., Castro-Espinoza, L., Lares-Villa, F., Cortes-Jiménez, J. M., & de los Santos-Villalobos, S. (2018). Microorganismos promotores de crecimiento vegetal con yeso agrícola en papa (*Solanum tuberosum* L.) bajo casa sombra. *Agrociencia*, 52(8), 1149-1159.
- López-Aguilar, R., Rodríguez-Quezada, G., Naranjo-Murillo, A., Troyo-Diéguez, E., Casanova-Cruz, A., & Peralta-Patrón, O. (2012). Uso de yeso para una agricultura orgánica sustentable en zonas áridas y semiáridas. *Interciencia*, 37(8), 594–601. <https://www.redalyc.org/pdf/339/33925396005.pdf>
- Mendoza-Castillo, V. M., Vargas-Canales, J. M., Calderon-Zavala, G., Mendoza-Castillo, M. del C., & Santacruz-Varela, A. (2017). Intensive Production Systems of Fig (*Ficus carica* L.) under greenhouse conditions. *Experimental Agriculture*, 53(3), 339–350. <https://doi.org/10.1017/S0014479716000405>

Uso de probióticos marinos durante una maternización de postlarvas de camarón blanco (*penaeus vannamei*) en una granja comercial

José C. Ibarra-Gómez¹,
Jesús I. Atondo-Valenzuela¹,
Rubén A. Martínez-Aragón¹,
Diana M. Martínez-Ibarra¹,
Lucio Galaviz-Silva² y
Ricardo Sánchez-Díaz^{1*}

¹Instituto Tecnológico de Sonora,
Departamento de Ciencias Agronómicas y Veterinarias

²Universidad Autónoma de Nuevo León,
Facultad de Ciencias Biológicas

✉ *ricardo.sanchez@itson.edu.mx

PALABRAS CLAVE: Postlarva de camarón, acuicultura, probióticos, *Bacillus*.

Introducción

El cultivo de camarón en sistemas extensivos y semi-intensivos es una actividad altamente rentable en el noroeste de México, sin embargo, diferentes enfermedades en los últimos años ha generado severas pérdidas económicas, afectando al suministro. Es importante explorar alternativas de producción con un enfoque sustentable y rentable. Los sistemas de maternidad, se caracterizan por utilizar un volumen de agua con mínimo recambio, aireación constante, control de parámetros ambientales y alimentación, y el uso de consorcios microbianos (1). Durante el periodo de maternización las postlarvas de camarón se desarrollan, aceleran su crecimiento, y mejoran su respuesta inmunitaria antes de ser transferidos a la estanquería de engorda. El presente estudio se realizó en una granja comercial localizada en Bahía de Lobos, Sonora, con el objetivo de evaluar el desempeño de un probiótico experimental aplicado en alimento y agua de un sistema de maternidad de postlarvas de camarón blanco (*Penaeus vannamei*).

Metodología

La prueba se realizó en un estanque tipo raceway recubierto con liner (HDPE) bajo un invernadero, en un área de 1,440 m², 1.20 m de profundidad y un volumen de 1,728 m³ de agua; el cual se sembró con 4,545,000 postlarvas de camarón (PL12, peso promedio 3.5 mg). Durante 26 días los organismos fueron alimentados cada dos horas al 10% de biomasa hasta obtener una talla apta para su transferencia a los estanques de tierra. El consorcio probiótico se preparó a partir de bacterias liofilizadas del género *Bacillus* sp. (cepas 13L, 36R y 42A), aisladas de ambientes marinos en la costa de Sonora. Este grupo de bacterias se caracterizó y evaluó previamente en laboratorio bajo condiciones *in vitro* e *in vivo* demostrando potencial. Para la fermentación del consorcio se agregó en un contenedor con 300 L de agua marina estéril: bacterias liofilizadas, melaza, salvado de trigo y urea. La incubación se realizó por 24 h a 30°C bajo sombra, posteriormente se agitó para homogeneizar y aplicar: 150 ml/kg de alimento tipo migaja (se mezcló 30 minutos antes de alimentar), y se aplicaron 200 L al agua de cultivo dos veces por semana (2). Para determinar la concentración y recuento de heterótrofos de cada lote fermentado, se analizaron muestras homogéneas y mediante dilución seriada se sembraron 100 µl en placas de agar para conteo (APC, al 2% NaCl; Difco), las cuales se incubaron por 24 h a 28-30°C. Para establecer el efecto del probiótico en el camarón de la maternidad se realizaron biometrías diarias, observaciones del tracto digestivo, pigmentación y comportamiento; así como el monitoreo de parámetros fisicoquímicos del agua como: oxígeno disuelto, temperatura, pH, salinidad, nitritos, nitratos y amonía, mediante sensores (YSI 55, Aquafauna, Hanna) y kits de fotometría (Merck).

Resultados y discusión

La postlarva de camarón cultivada en la maternidad y utilizando el probiótico a una concentración promedio de 6.4X10⁹ UFC/ml, mostró buena sobrevivencia, crecimiento, ganancia de peso y condición sanitaria (Tabla 1). Sin embargo, la calidad del agua se comprometió durante la etapa final debido a altas temperaturas (> 35°C) e incremento de biomasa (3).

Tabla 1. Resultados de parámetros zootécnicos en camarón y calidad de agua.

Siembra inicial (PL)	Peso prom. inicial (mg)	Peso prom. final (mg)	Biomasa inicial (kg)	Biomasa final (kg)	Sobrev. (%)	FCA
4,545,000	3.5	555.19	15.90	2,382.04	94.4	1.09
Oxígeno (mg/L)	Salinidad (g/L)	Temperatura (oC)	pH	Nitrato (mg/L)	Nitrato (mg/L)	Amonia (mg/L)
4.03	41.9	33.4	7.2	0.184	4.65	2.33

Conclusiones

El uso y aplicación del probiótico experimental en alimento para postlarva y agua de cultivo resultó una buena herramienta integrada al manejo del cultivo de en sistema de maternidad, sin embargo, se requiere mayor estudio y pruebas de campo en otros sistemas o fases de engorda.

Referencias

1. Martínez-Cruz P., Ibáñez A., Monroy-Hermosillo O.A., Ramírez-Saad H.C. (2012). Use of probiotics in aquaculture. ISRN Microbiology 2012: 1–13.
2. Arias-Moscoso J.L., Espinoza-Barrón L.G., Miranda-Baeza A., Rivas-Vega M.E., Nieves-Soto M. (2018). Effect of commercial probiotics addition in a biofloc shrimp farm during the nursery phase in zero water exchange. Aquac. Rep. 11, pp. 47-52.

3. Prentu B. I. (2016). Aplicación de un probiótico compuesto por *Bacillus amyloliquefaciens* para mejorar el sistema inmunológico del camarón blanco *Litopenaeus vannamei* en sistemas de bioflocos. Tesis, Universidad Politécnica de Valencia, Escuela Politécnica Superior de Gandia.

The protective effect of time-caloric restriction in liver fibrosis through the inhibition of chronic inflammation

Fernanda Arriaga-González^{1,2};
Felipe Castañeda-Córdova^{1,4};
Kevin O. Villa-Malagona⁵;
C. Daniela Robles-Espinoza¹;
Mauricio Díaz-Muñoz³ y
Christian Molina-Aguilar^{*1,2}

¹Laboratorio Internacional de Investigación sobre el Genoma Humano, Universidad Nacional Autónoma de México

²Escuela de Ingeniería y Ciencias, Tecnológico de Monterrey Campus Querétaro

³Instituto de Neurobiología, Universidad Nacional Autónoma de México Campus Juriquilla

⁴Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Anáhuac México Campus Norte.

⁵Facultad de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Edificio R, Ciudad Universitaria
✉ *cmolina@lighth.unam.mx

KEY WORDS: Liver fibrosis, hepatoprotective effect, chronic inflammation.

Introduction

Liver fibrosis is the first stage of cirrhosis and hepatocellular carcinoma (HCC) sequence. Around 80% of people with HCC developed cirrhosis as a previous stage, being chronic inflammation a key factor of these maladies progression (Koyama & Brenner, 2017). Of these three conditions, fibrosis is the only reversible stage of liver injury; however, the cellular and molecular mechanisms of this stage are not fully understood.

Recent studies in murine models have demonstrated that Time-Caloric Restriction without malnutrition (T-CR) has a positive impact on cellular function, metabolism regulation and, more importantly, on avoiding chronic inflammation. Additionally, T-CR delayed the progression of tumor development induced with Diethyl-Nitrosamine (DEN) (Molina-Aguilar *et al.*, 2017). Thus, the aim of this project is to evaluate the protective effect of T-CR in liver

fibrosis through inhibition of chronic inflammation processes induced by the administration of DEN.

Methodology

Forty Male Wistar rats were randomly separated into four experimental groups according to the food intake and treatment. Rats assigned to the control group “Ad Libitum” (AL) (i) had unrestricted access to food and received weekly injections of buffer saline solution. Rats assigned to the “Time-Caloric Restriction” (T-CR) group (ii) had food access limited to a 2-hour period daily and received weekly injections of buffer saline solution. Rats that received DEN treatment (a weekly intraperitoneal injection of 50mg/kg during 8 weeks to induce liver fibrosis) were divided into groups with the aforementioned food regimens: DEN+AL (iii) and DEN+T-CR (iv). After 10 weeks, the rats were sacrificed and the trunk blood was collected and analyzed. Histological assessment was performed through H&E and Masson Trichrome staining.

Results and discussion

Both restricted groups, T-CR and T-CR+DEN, had a reduction of ~40% in food intake in comparison with the AL and AL+DEN groups; however, the evaluation of biochemical parameters indicate a normal nutritional state of the animals as Molina-Aguilar and collaborators suggested in their study (Molina-Aguilar *et al.*, 2017). Inadequate or excessive food consumption has been related to the presence of oxidative stress in the cell which leads to an increment in reactive oxygen species (ROS) and alters the metabolic state of tissues (Saha *et al.*, 2017) which may disrupt oxidative homeostasis, activate a cascade of molecular pathways, and alter the metabolic status of various tissues. Several foods and consumption patterns have been associated with various cancers and approximately 30–35% of the cancer cases are correlated with overnutrition or malnutrition. However, several contradictory studies are available regarding the association between diet and cancer risk, which remains to be elucidated. Concurrently, oxidative stress is a crucial factor for cancer progression and therapy. Nutritional oxidative stress may be induced by an imbalance between antioxidant defense and pro-oxidant load due to inadequate or excess

nutrient supply. Oxidative stress is a physiological state where high levels of reactive oxygen species (ROS). In contrast, restricted diets have been linked with the reduction of oxidative stress and in turn, inflammatory processes.

Chronic inflammation induces different cell activation compared with acute inflammation. White blood cells (WBC) have a key role in the response to chronic liver injury. Table 1 shows the Total Leukocyte Count of the rats in the four different experimental groups. Food ingestion and treatment significantly impact this parameter by a decrease in the mean of the T-CR group in comparison with the AL group. The lymphocytes were the cell type with the most relevant decreased between groups. These cells are the main type of WBC recruited in presence of chronic inflammation. Thus, these results suggest that restriction in food intake can mitigate an increment in lymphocytes.

Table 1. White Blood Cell Count.

Parameter (10 ³ /mm ³)	AL	AL+DEN	T-CR	TCR+ DEN	Food ingestion	Treat- ment
					+	+
Total Leukocytes	9.4±0.8	7.4±1.09	5.7± 0.5	5± 0.6	+	+
Lymphocytes	6.9±0.8	5± 0.9	3.8± 0.4	3.3± 0.5	+	+
Monocytes	0.7±0.1	0.6± 0.1	0.4± 0.1	0.6±0.1		
Neutrophils	1.2± 0.2	1.2± 0.09	1± 0.18	1± 0.2		
Inflammatory condition						

Experimental groups: (i) AL, (ii) AL+DEN, (iii) T-CR, (iv) T-CR+DEN. Values are express as mean ± SEM. n=10. (+) Significant difference at p<0.05.

Conclusions

Preliminary results suggest that one possible protective mechanism of the T-CR is through the mitigation of lymphocyte response which could be related to inflammatory pathways. However, the DEN treatment also seems to have a significant impact on these cells. Further analysis will be conducted to elucidate the current hypothesis.

References

1. Koyama, Y., & Brenner, D. A. (2017). Liver inflammation and fibrosis. *Journal of Clinical Investigation*, 127(1), 55–64.
2. Molina-Aguilar, C., Guerrero-Carrillo, M. de J., Espinosa-Aguirre, J. J., Olguin-Reyes, S., Castro-Belio, T., Vázquez-Martínez, O., Rivera-Zavala, J. B., & Díaz-Muñoz, M. (2017). Time-caloric restriction inhibits the neoplastic transformation of cirrhotic liver in rats treated with diethylnitrosamine. *Carcinogenesis*. 38(8), 847–858.
3. Saha, S. K., Lee, S. Bin, Won, J., Choi, H. Y., Kim, K., Yang, G. M., Dayem, A. A., & Cho, S. G. (2017). Correlation between oxidative stress, nutrition, and cancer initiation. *International Journal of Molecular Sciences*. 18(7), 1544.

Modelación de la Fermentación ABE de los azúcares reductores producidos por la sacarificación enzimática de cáscara de plátano

Teresa de Jesús García Vite,
Hiram Miguel Vega Guerrero y
María Aurora Martínez-Trujillo*

Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec,
División de Ingeniería Química y Bioquímica.
✉ *hmguelguer@gmail.com

PALABRAS CLAVE: Sacarificación enzimática, Butanol, cáscara de plátano, Fermentación ABE, Simulación

Introducción

El sector agroindustrial y sus residuos brindan algunas alternativas de bajo impacto ambiental y residual para cubrir la demanda de productos de valor agregado. En este sentido, diversos trabajos se han enfocado en la obtención de azúcares reductores (AR) que puedan ser fermentados posteriormente para la obtención de productos de valor agregado. Tal es el caso de la cáscara de plátano (CP), que contiene compuestos lignocelulósicos y sustancias poliméricas, que son una buena fuente para producir AR. En un trabajo previo se logró obtener un rendimiento de sacarificación de 0.3 g de AR/g de CP luego de someter la cáscara a un tratamiento multienzimático (Martínez-Trujillo *et al.*, 2020). Por otro lado, la fermentación realizada por el género *Clostridium* resulta de interés para la obtención de productos de valor agregado, ya que mediante ésta se obtienen Acetona, Butanol y Etanol, por lo que se conoce como “fermentación ABE”. *Clostridium acetobutylicum* es el microorganismo más utilizado en la producción de solventes, y puede tener una elevada producción de butanol a, en una proporción 2:6:1 de A:B:E (Jaramillo *et al.*, 2011). El objetivo del presente trabajo es proponer un modelo que describa el proceso de la fermentación ABE realizado por *C. acetobutylicum* DSM 79 a partir de los AR obtenidos mediante la sacarificación enzimática de CP.

Metodología

Se partió de ecuaciones que describen la evolución de la fermentación ABE en distintas pentosas y hexosas (Raganati *et al.*, 2015); y se programó en Altair Embed un algoritmo en el cual las ecuaciones de cada especie podían converger. Con esto, se simuló el desarrollo de la fermentación cuando la corriente de entrada contenía distintas proporciones de pentosas y hexosas, como aquella proveniente de la sacarificación enzimática de la CP (Martínez-Trujillo *et al.*, 2020). Para verificar la adecuación del algoritmo propuesto, se compararon los datos experimentales reportados en el referido artículo con los resultados obtenidos al encender solo el metabolismo de las hexosas, declarando en cero la concentración de pentosas, o viceversa. En esta comparación, se utilizaron distintas concentraciones iniciales del AR correspondiente (de 5 a 100 g/L).

Resultados

El algoritmo describe adecuadamente el metabolismo de las hexosas y las pentosas para el desarrollo de la fermentación ABE. Los mayores rendimientos de butanol se obtenían utilizando una concentración inicial de AR de 50 g/L y 0 g/L de cualquier pentosa (Figura 1A). Se probó la corriente proveniente de la sacarificación enzimática de CP, que contiene 18 g de AR/L, de las que el 60% corresponde a glucosa (Martínez-Trujillo *et al.* 2020); y se consideró que la corriente de pentosas estaba constituida principalmente por xilosa. El algoritmo mostró que la glucosa se consume a mayor velocidad que la xilosa. Pero la cantidad y proporción de los solventes producidos cambia, aunque el butanol sigue siendo el solvente que se obtiene en mayor cantidad (Figura 1B). Los resultados sugieren además que el cultivo podría durar más tiempo y probablemente alcanzar una mayor concentración de butanol: ya que durante las primeras 100 h no se observó el consumo total de los AR en el medio, y al parecer aún no se observaba la inhibición del metabolismo típica de este tipo de fermentación (Jaramillo *et al.*, 2011).

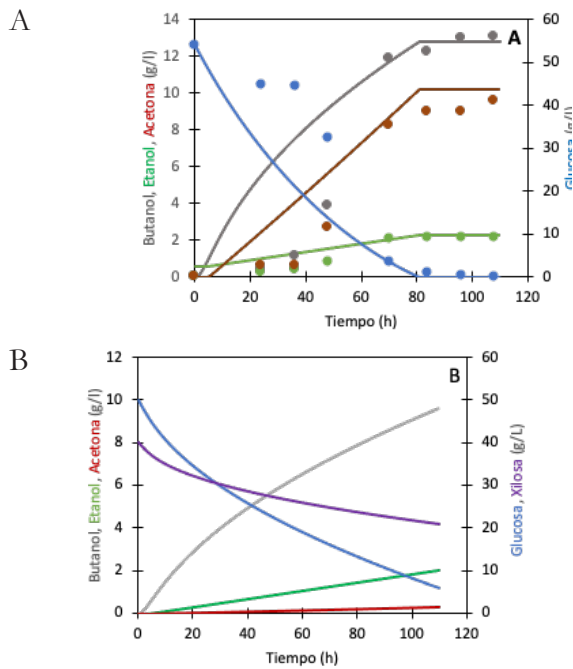


Figura 1. Simulación de la fermentación ABE por *C. acetobutylicum*. Glucosa (-), Butanol (-), Etanol (-) Acetona (-), Xilosa (-) A Simulación a partir de 50 g de glucosa y 0 g de xilosa, comparación directa con los datos experimentales del artículo original, indicados con círculos del color correspondiente B simulación del cultivo a partir de la corriente proveniente de la sacarificación de CP.

La cantidad de AR obtenida por la sacarificación de CP es menor a la concentración máxima que podría metabolizar *C. acetobutylicum* para llevar a cabo la fermentación ABE. Con base en lo anterior, se sugiere concentrar el contenido de AR de la sacarificación mediante una pervaporación para poder conectar la sacarificación de CP con la fermentación ABE.

Conclusiones

A partir de las simulaciones planteadas en este trabajo, y con el potencial para mejorar tanto el proceso de sacarificación como el de la producción de butanol, se apuesta por usar los AR resultantes de la sacarificación enzimática de la CP como sustrato para la producción de butanol vía fermentación ABE. Aunque para ello es necesario comprobarlo mediante la experimentación correspondiente.

Referencias

- Jaramillo Obando, Juan Jacobo y Ariel Cardona, Carlos (2011). Análisis de la producción de biobutanol en la fermentación acetobutílica con *Clostridium saccharoperbutylacetonicum* N1-4 ATCC13564. Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia, (58), 36-45.
- Martinez-Trujillo, A., Bautista-Rangel, K., Garcia-Rivero, M., Martinez-Estrada, A. y Cruz-Diaz, M. (2020) Enzymatic saccharification of banana peel and sequential fermentation of the reducing sugars to produce lactic acid. *Bioprocess and Biosystems Engineering*, 43: 413-427.
- Raganati, F; Procentese, A.; Olivieri, G.; Götz, P; Salatino, P.; Marzocchella, A.. (2015). Kinetic study of butanol production from various sugars by *Clostridium acetobutylicum* using a dynamic model. *Biochemical Engineering Journal*, 99, 156-166.

Evaluación de propiedades funcionales de Colágeno Hidrolizado de escamas de pescado (*Oreochromis aureus*)

Karen Lilián Hernández-Ruiz^{1*},
Dalia Isabel Sánchez-Machado¹,
Jaime López-Cervantes¹ y
María del Rosario Martínez-Macias¹

¹Instituto Tecnológico de Sonora,
Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias
✉ *karen.bernandez50451@potros.itson.edu.mx

PALABRAS CLAVE: residuos marinos, espumante, emulsificante

Introducción

Los residuos marinos son fuente importante de compuestos bioactivos (Quintero y Zapata, 2017). Debido al contenido proteico de estos subproductos, surge la necesidad de que sean convertidos en productos de mayor valor agregado y recuperar las proteínas de importancia comercial como el colágeno. El colágeno es utilizado debido a su baja toxicidad, buena compatibilidad y biodegradabilidad (El-Rashidy *et al.*, 2015). Las propiedades funcionales del colágeno son parámetros importantes que determinan su comportamiento para su uso potencial. El objetivo del presente trabajo fue evaluar las propiedades funcionales de colágeno hidrolizado de escamas de pescado (*Oreochromis aureus*) para el diseño de biomateriales de interés industrial.

Metodología

Se inició la purificación de colágeno hidrolizado con la desmineralización de escamas de pescado con ácido cítrico por 3 h (Figura 1A) y se hidrolizaron con papaína a 56°C. La mezcla fue filtrada, congelada y liofilizada (Figura 1B). Se evaluaron las propiedades funcionales del colágeno hidrolizado siguiendo los métodos descritos por Liu *et al.* (2011) con algunas modificaciones. Se prepararon soluciones de colágeno al 2 y 6% para determinar la actividad emulsificante (Figura 1C) y propiedad espumosa (Figura 1D). La absorción de aceite (Figura 1E) se determinó al mezclar el colágeno con aceite comercial. Se

realizó un análisis de varianza y prueba de regresión múltiple con un intervalo de confianza del 95% ($P < 0.05\%$).

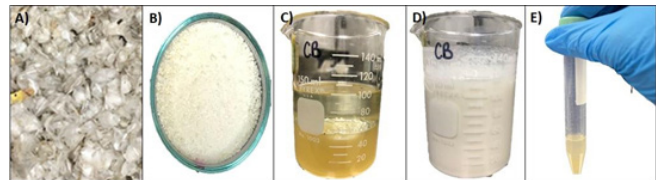


Figura 1. Aislamiento de colágeno hidrolizado y propiedades funcionales.

Resultados y discusión

Las propiedades funcionales de tres lotes de colágeno hidrolizado se muestran en la Tabla 1. En lo que respecta a la actividad emulsificante, se puede observar que no hay diferencia significativa entre los lotes analizados ($P < 0.05\%$). Por su parte, la propiedad espumosa, mostró diferencia significativa entre los lotes 1 y 3, aunque no hubo diferencia entre el lote 2 con respecto a los otros dos lotes. Finalmente, en la absorción de aceite no se presentó diferencia significativa entre los lotes 1 y 2, pero si hay diferencia con el lote 3. Se ha reportado que las variaciones en los resultados son atribuidas a los pesos moleculares de los péptidos del colágeno (Barzideh *et al.*, 2014).

Tabla 1. Propiedades funcionales de colágeno hidrolizado.

Colágeno hidrolizado	Actividad emulsificante (%)	Propiedad espumosa (%)	Absorción de aceite (g/g)
Lote 1	43.53 ± 1.50 ^a	68.75 ± 2.50 ^a	5.21 ± 0.07 ^a
Lote 2	43.75 ± 1.50 ^a	63.75 ± 2.50 ^{ab}	5.29 ± 0.04 ^a
Lote 3	43.89 ± 1.50 ^a	72.50 ± 2.89 ^b	5.78 ± 0.04 ^b

*Los superíndices con la misma letra en columnas no son significativamente diferentes ($P \leq 0.05$) según Tukey.

Conclusiones

Las propiedades funcionales de colágeno hidrolizado confirman su potencial para la elaboración de biomateriales con aplicaciones industriales. Además, de los beneficios por la recuperación de compuestos bioactivos por el aprovechamiento de residuos industriales.

Referencias

- Barzideh, Z., Abd Latiff, A., Gan, C. Y., Abedin, M. Z., & Karim, A. A. (2014). Functional properties of collagen hydrolysates from the jellyfish (*Chrysaora* sp.). *Agro Food Industry Hi-Tech*, 25(4), 27-32.
- El-Rashidy, A. A., Gad, A., Abu-Hussein, A. E. H. G., Habib, S. I., Badr, N. A., & Hashem, A. A. (2015). Chemical and biological evaluation of Egyptian Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) fish scale collagen. *International journal of biological macromolecules*, 79, 618-626.
- Liu, Z., Su, Y., & Zeng, M. (2011). Amino acid composition and functional properties of giant red sea cucumber (*Parastichopus californicus*) collagen hydrolysates. *Journal of Ocean University of China*, 10(1), 80-84.
- Quintero, J., & Zapata, J. E. (2017). Optimización de la Extracción del Colágeno Soluble en Ácido de Subproductos de Tilapia Roja (*Oreochromis spp*) mediante un Diseño de Superficie de Respuesta. *Información tecnológica*, 28(1), 109-120.

Decoloración de un colorante de Ftalocianina combinando la oxidación tipo Fenton y un tratamiento biológico

Maribel Solano-Salguero,
María Aurora Martínez-Trujillo y
Mayola García-Rivero*

Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec,
División de Ingeniería Química y Bioquímica
*mgarcia@tese.edu.mx

PALABRAS CLAVE: *Trametes versicolor*, actividades ligninolíticas y cultivo inmovilizado

Introducción

Los colorantes de ftalocianina (CF) tienen una estructura química estable, que solo es parcialmente biodegradada, para mejorar la biodegradación se puede combinar con pretratamientos químicos. Estos tratamientos combinados se llevan a cabo en modo secuencial, para separar los procesos, pero su acoplamiento no es sencillo. Para superar esta limitante, se puede llevar el proceso en una etapa, combinando el proceso biológico con fotocatalisis o con la reacción Fenton. Sin embargo, hay mucho que explicar en relación al comportamiento del sistema y el control de la oxidación química para evitar la inhibición de la actividad biológica (Ledakowicz et al., 2021). El objetivo fue evaluar un tratamiento que combina simultáneamente la oxidación tipo Fenton con la biodegradación de un CF.

Metodología

Como CF modelo se utilizó el azul directo 86 (AD86). Para la biodegradación se usó *Trametes versicolor* inmovilizado en espuma de poliuretano (Lemuz-Gomez et al., 2018) porque de esta forma es más estable a condiciones adversas. El tratamiento combinado (TC) se llevó a cabo en 50 ml de medio modificado de Radha et al. (2005). Se adicionaron los reactivos para la oxidación tipo Fenton (20 mM $\text{Fe-Cl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ y 7.2 mM H_2O_2), 100 ppm AD86 y 2.9 g L⁻¹ de biomasa inmovilizada. Se incubó a 200 rpm y temperatura ambiente por 72 h. Se tomaron muestras para medir el AD86 por espectrofotometría, la

glucosa por DNS y actividades enzimáticas ligninolíticas (Lemuz-Gomez et al., 2018). Se comparó contra un control sin reactivos Fenton.

Resultados y discusión

Las condiciones del tratamiento químico se fijaron para lograr una decoloración parcial que fuera complementada con la biodegradación. En el TC se logró una decoloración del 74%, ligeramente menor a la obtenida en el control (84%). El consumo de glucosa en ausencia de los reactivos Fenton sucede desde el inicio del cultivo y el tratamiento simultáneo inició a las 48 h, lo cual demuestra un efecto inhibitorio sobre la actividad biológica. Sin embargo, no se afectó la actividad de lacasas y manganeso peroxidasa pues fue similar a la obtenida en el control, debido a que estas enzimas se producen en respuesta al estrés ambiental (Tarhan y Tongul, 2017), además de estar asociadas a la degradación de colorantes.

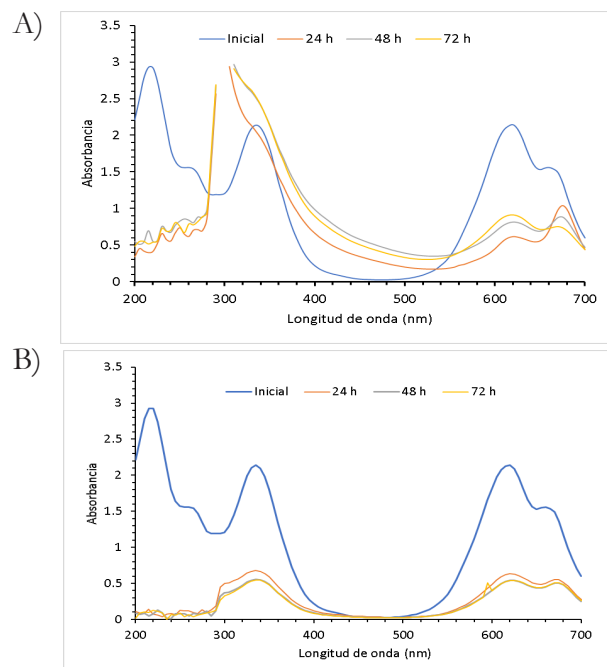


Figura 1. Espectros de absorción del AD86 en (A) tratamiento combinado y (B) control.

La decoloración medida como el cambio en absorbancia en la longitud de onda máxima (620 nm), solo indica el cambio del grupo cromóforo. Al comparar los espectros de absorción (Fig. 1) se observa que el TC produce una mayor disminución de la absorbancia entre 200 y 550 nm. Esto es importante porque

se garantiza la remoción de los compuestos que conforman la estructura original del AD86 y de los compuestos aromáticos producidos, que absorben entre 200 y 300 nm (Samiee and Goharshadi, 2014). Esto sugiere una mayor eficiencia del TC, a pesar de tener actividades enzimáticas similares que el control, por efecto de la oxidación química

Conclusiones

Las condiciones del TC afectan el consumo de glucosa, pero no la producción de la actividad enzimática necesaria para la decoloración del AD86. Las condiciones establecidas en el TC permiten incrementar la remoción de los compuestos aromáticos y otros compuestos producidos en la degradación del AD86.

Referencias

- Ledakowicz, S., & Paździor, K. (2021). Recent achievements in dyes removal focused on advanced oxidation processes integrated with biological methods. *Molecules*, 26(4), 870.
- Lemus-Gómez, L.E., Martínez-Trujillo, M.A., Membrillo-Venegas, I. & García-Rivero, M. (2018). Performance analysis of azo dye decolorization by immobilized *Trametes versicolor* in a sequencing batch reactor. *Environmental Engineering science* 35(12),1322-1328.
- Radha, K. V., Regupathi, I., Arunagiri, A., Murugesan, T. (2005). Decolorization studies of synthetic dyes using *Phanerochaete chrysosporium* and their kinetics. *Process Biochemistry* 40(10),3337-3345.
- Samiee, S., & Goharshadi, E. K. (2014). Graphene nanosheets as efficient adsorbent for an azo dye removal: kinetic and thermodynamic studies. *Journal of nanoparticle research*, 16(8), 1-16.
- Tarhan, L., & Tongul, B. (2017). The induction of ligninolytic enzymes depending on menadione based oxidative stress and cell damages in *Phanerochaete chrysosporium*. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 117,1-7.

Un sustituto de café artesanal a base de maíz: características fisicoquímicas y beneficios para la salud

Amaya Cipactli Ramos Morales¹,
María Teresa Cadenas González^{2*},
Jorge A. Romero Aguinaldo¹,
Ana G. Ramírez May¹ y
Gabriela Leo Avelino²

¹Universidad Popular de la Chontalpa,
División Académica de Ciencias Básicas e Ingenierías

²Centro de Tecnología Avanzada, AC,
Ingeniería de Procesos,

✉ *teresa.cadena@ciateq.mx

PALABRAS CLAVE: Maíz, tostado, café, molido

Introducción

La cafeína es un estimulante del SNC, tiene efecto diurético, relaja los músculos lisos, favorece la vasodilatación, contrae las arterias cerebrales, aumenta la secreción ácida del estómago y potencia la contracción del músculo esquelético. La ingesta crónica o intensa, de 500 mg o más al día, causa intoxicación como: nerviosismo, insomnio, hiperacidez gástrica, contracciones musculares, confusión, taquicardia o arritmia cardíaca y agitación psicomotriz. Considerando que hoy en día los consumidores de café se preocupan más por su salud y por ende busca un producto que lo sustituya, ya que el café es una bebida estimulante con propiedades conferidas a la cafeína, y su consumo en exceso podría causar dolores de cabeza, ritmos cardíacos anormales u otros problemas tales como ansiedad o irritación entre otros (Villegas, 2018). La PROFECO estima que el 85% de los mexicanos toman de una a tres tazas de café al día; hombres (3 tazas) a dos tazas que toman las mujeres. El consumo per cápita de café en México es de 1.6 kg y es el soluble el que lidera en el gusto de los mexicanos y Chiapas es el principal productor. México ocupa el 7mo lugar como productor a nivel mundial con un total de producción de 18,125,470.40

ton al año (SIAP, 2020). Tomando en cuenta estas estadísticas se presenta una alternativa para sustituir el consumo habitual del café clásico mediante maíz tostado. El propósito de este proyecto es caracterizar las propiedades organolépticas, fisicoquímicas del producto artesanal.

Metodología

La materia prima (*Zea mays* L.) fue colectada en la localidad Jolochero 2da sección perteneciente al municipio de Centro en el Estado de Tabasco. Dicho material se encontraba seco, presentando características de color, olor, textura y ausencia de plaga; se procedió a desgranar la semilla de maíz (manual). Seguidamente se inició el proceso de tostado artesanal (60 min), durante esta etapa el grano de maíz presentó cambios físicos de color, olor y textura. Una vez concluido la etapa, se realizó la incorporación de ingredientes extras, mezclando homogéneamente y dejó en reposo por 90 min. Posteriormente, la mezcla resultante se llevó a un proceso de molienda y tamizado (#10, 20) hasta partícula fina del producto. Para la caracterización fisicoquímica se emplearon técnicas oficiales: humedad (NOM-116-SSA1-1994); cenizas totales (AOAC.123), pH y análisis sensorial: color, aroma, textura y sabor (NMX-F-139-SC-FI-2010).

Resultados y discusión

El proceso aplicado para la obtención del sustituto de café es completamente artesanal a partir del grano de maíz tostado (Figura 1). Los resultados mostraron un rango de humedad 2-2.6 % para el producto a base de maíz, se encuentra dentro de especificación de la Norma (máx. 5 %); mientras que el café comercial va del 10 al 12 %, sin embargo, existe riesgo de deterioro microbiológico por hongos y bacterias, mala calidad en la bebida. El pH fue de 5.6 (hasta 5.5). El valor de cenizas fue de 3 % se encuentra dentro de lo establecido por la norma 11 % máximo. El análisis sensorial arrojó un color café oscuro, aroma bueno, sabor óptimo y textura fina (Norma contempla: Óptima-características sensoriales más elevadas; Buena-características sensoriales intermedias).

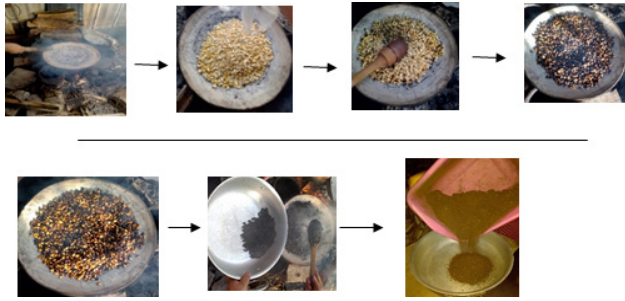


Figura 1. Proceso de obtención del sustituto de café a base de maíz.

Conclusiones

Nuestro producto puede ser tomado con gran aceptación al cumplir con características organolépticas del café tradicional por lo que puede emplearse sin afectar la salud al carecer de cafeína. Falta evaluar otras pruebas fisicoquímicas y análisis microbiológico al producto.

Referencias

NMX-F-139-SCFI-2010. Café puro soluble, sin descafeinar o descafeinado- especificaciones y métodos de prueba

NOM-116-SSA1-1994 Bienes y servicios. Determinación de humedad en alimentos por tratamiento térmico. Método por arena o gasa, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 10 de agosto de 1995.

Sistema de Información Agropecuaria y Pesquera (SIAP). Cierre de la producción Agrícola. (2019). SIAP-SAGARPA. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola>

Villegas, E. (2018). Calidad nutricional e industrial de Maíz. CDMX: Laboratorio de Calidad nutricional e industrial de Maíz.

Diseño de un nuevo sistema bifásico micelar para la extracción de proteína de microalga *Chaetoceros Muelleri*

Brayan Fernando Arce Sempoalt¹,
Ruth Gabriela Ulloa Mercado¹,
Carlos Abraham Díaz Quiroz^{1*} y
Juan Francisco Hernández Chávez²

¹Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias,
Instituto Tecnológico de Sonora

²Departamento de Ciencias Agronómicas y veterinarias,
Instituto Tecnológico de Sonora
✉*carlos.diazq@itson.edu.mx

PALABRAS CLAVE: Extracción, microalga, proteína, sistema bifásico micelar.

Introducción

Los sistemas bifásicos micelares (SBM) forman dos fases acuosas inmiscibles y en equilibrio que permiten separar moléculas por su afinidad a los componentes de las fases (Persson, *et al.* 2000). En este trabajo se presenta un SBM que no se ha reportado en la literatura, a base de composiciones acuosas del surfactante Triton X-100 y el solvente aprótico dimetilsulfóxido (DMSO). El objetivo del trabajo fue evaluar el coeficiente de partición (Ks) y la eficiencia de extracción (%E) de proteínas extraídas de microalga *Chaetoceros muelleri* mediante este SBM.

Metodología

La caracterización del equilibrio de fases fue realizada por titulación turbidimétrica (da Silva, L. H., & Loh, W., 2000). La proteína se cuantificó por triplicado en espectrofotometría por el procedimiento de Hartree-Lowry (Hess, *et al.* 1978) y Chandrarajan, *et al.* (1975); se construyeron curvas de calibración para cada fase utilizando estándar de albúmina sérica bovina con adiciones de 5% de Triton X-100 y 60% DMSO para los estándares de la fase superior e inferior respectivamente. La composición en peso (%) del SBM fue 20:60:20 de TX-100, DMSO y H₂O. La microalga liofilizada se agregó al sistema, vortizó y centrifugó a 10G por 3 minutos. Las fases resultantes se pesaron y midieron a 650 nm.

Resultados y discusión

La concentración de proteína en la fase superior fue de 580 ± 17 µg/g y en la fase inferior de 92 ± 17 µg/g, calculándose $K_s = 6.3$ y %E = 11.5. Los resultados indican que la proteína se concentra en la fase superior rica en surfactante, mientras que la extracción total es cercana a la composición de proteína típica de *Chaetoceros muelleri*.

Conclusiones

Se concluye que el sistema propuesto es eficiente en la extracción de proteína, con cantidades mínimas de surfactante y con la posibilidad de reciclar la fase inferior rica en DMSO.

Referencias

- da Silva, L. H., & Loh, W. (2000). Calorimetric investigation of the formation of aqueous two-phase systems in ternary mixtures of water, poly (ethylene oxide) and electrolytes (or dextran). *The Journal of Physical Chemistry B*, 104(43), 10069-10073.
- Hess, H. H., Lees, M. B., & Derr, J. E. (1978). A linear Lowry-Folin assay for both water-soluble and sodium dodecyl sulfate-solubilized proteins. *Analytical biochemistry*, 85(1), 295-300.
- Rajan, J., & Klein, L. (1975). Lowry assay of dilute protein solutions containing high concentrations of Triton X-100. *Analytical Biochemistry*, 69(2), 632-636. doi:10.1016/0003-2697(75)90169-4

Efecto antimicrobiano de glicoproteínas obtenidas a partir de vísceras de pollo

Héctor Armando Torres Villa,
Alma Guadalupe Villa Lerma*,
Roberto Rodríguez Ramírez,
Erika Anehy Hernández Olivera,
Rigoberto Plascencia Jatomea y
Juan Bautista Flores Quezada

Instituto Tecnológico de Sonora
Laboratorio de Bioingeniería y Biotecnología Enzimática.
*alma.villa@itson.edu.mx

PALABRAS CLAVE: antimicrobiano, *Staphylococcus aureus*, fructosa, glicación, vísceras de pollo

Introducción

A nivel nacional, la industria avícola es de gran importancia, sobre todo para sectores vulnerables de la población por su bajo costo y sus propiedades nutricionales, convirtiéndose en la actividad de mayor crecimiento entre las actividades agropecuarias (Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria, 2019). Actualmente se han logrado recuperar compuestos bioactivos presentes en las vísceras de pollo tales como glicoproteínas mostrando diversas bioactividades, como capacidad antimicrobiana, logrando un efecto bacteriostático dependiente del pH, temperatura y peso molecular del compuesto formado (Mondaca-Navarro *et al.*, 2017). El objetivo del presente estudio fue determinar el potencial antimicrobiano de glicoproteínas obtenidas de vísceras de pollo y fructosa en una cepa de *Staphylococcus aureus* para su posible uso como alternativa de bajo costo.

Metodología

Extracción de proteínas: Se siguió el método de Jamdar *et al.*, (2012). Se realizó un homogeneizado al 40% (p/v) de agua y tejido. Se ajustó el pH a 2.8 y luego se agitó a 55°C por 6 horas a 150 rpm. Las muestras se centrifugaron a 20,000 x g por 15 min y la mitad del hidrolizado fue neutralizado. Finalmente se determinó la cantidad de proteína por el método de Bradford (1976).

Glicación de proteínas vía reacción de Maillard: Se realizó según la metodología de Mondaca-Navarro *et al.*, (2017), con algunas modificaciones. Se utilizaron pH 3 y pH 7 y proporciones proteína:fructosa 1:1, 1:2 y 1:3 siendo las condiciones de glicación 90°C, 6 y 12 h.

Efecto antimicrobiano: Fue evaluado ante *S. aureus* (ATTC 9144). En una microplaca se añadieron 150 µl de las muestras, incluyendo oxitetraciclina como control, 140 µl de caldo TSB estéril y 10 µl del inoculó ($\approx 1 \times 10^8$), se incubó a 37°C en un espectrofotómetro UV-VIS (MultiSkan Go, Thermo Scientific) y se realizaron mediciones cada 30 minutos por 12 horas a una longitud de onda de 540 nm.

Resultados y discusión

La cuantificación de proteínas mostró valores de 3.8208 ± 0.4332 mg/ml para muestras de pH 3 y 1.8558 ± 0.4192 mg/ml para muestras de pH 7, esta variación puede atribuirse a la diferencia entre razas, dietas o diagramas de producción (Hedji *et al.*, 2014). En la Figura 1 se presentan las muestras de hidrolizado proteico (HPVP) que mostraron un efecto antimicrobiano con inhibición $\geq 80\%$, siendo mayor a la inhibición con oxitetraciclina. Muestras de HPVP pH3 presentan inhibición $\geq 90\%$ en ambos tratamientos (Figuras 1a y 1b), muestras de HPVP pH3 calentadas (6 y 12h) presentan mismo nivel de inhibición después de 150 minutos, mientras que muestras HPVP pH 7 calentadas (12h) presenta 86.76% a los 240 minutos (Figura 1c). Muestras de HPVP pH 7 sin glicar (Figura 1d) presentan inhibición ($\geq 90\%$) debido a la posible presencia de péptidos bioactivos (Jamdar *et al.*, 2012). Se ha reportado que los productos de la reacción de Maillard (PRM) cuentan con carga aniónica y capacidad quelante con algunos metales, afectando el desarrollo y supervivencia de bacterias patógenas (Rufián-Henares y Morales, 2006), por lo tanto, los resultados podrían atribuirse a los PRM formados durante la glicación.

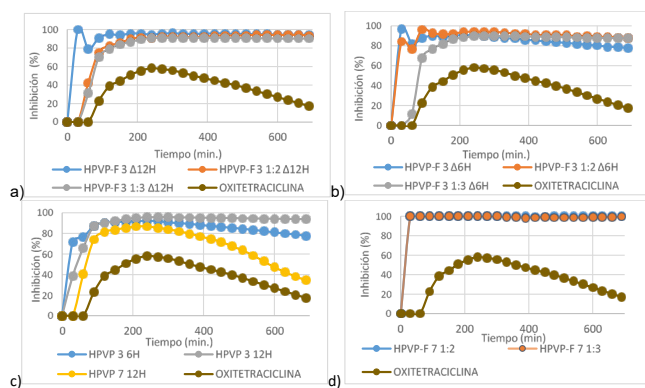


Figura 1. Efecto antimicrobiano de muestras de HPVP con inhibición $\geq 80\%$, siendo a) pH 3 glicadas por 6h, b) pH 3 glicadas por 12h, c) ambos pH calentados y d) pH 7 sin calentar.

Conclusiones

Se determinó la capacidad antimicrobiana contra *S. aureus* de los glicados de HPVP con tres concentraciones de fructosa y dos valores de pH. El mayor porcentaje de inhibición se obtuvo de muestras con un pH menor, en cumplimiento con lo mínimo establecido por la normativa internacional.

Referencias

- Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria. (2019). La industria avícola en México y su contribución a los objetivos de la política alimentaria 2019-2024. Ciudad de México, México: Palacio Legislativo de San Lázaro. P. p. 1-3.
- Jamdar, S. N., Rajalakshmi, V. y Sharma, A. (2012). Antioxidant and ace inhibitory properties of poultry viscera protein hydrolysate and its peptide fractions. *Journal of Food Biochemistry*, 36 (4), 494–501.
- Hedji, C., Houinato, M., Yehouenou, B. y Fiogbe, E. (2014). Effect of packaging on the microbiological quality of chicken and fish viscera flour. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 3 (10), 233-242.
- Mondaca-Navarro, B. A., Ávila-Villa, L. A., González-Córdova, A. F., López-Cervantes J., Sánchez-Machado, D. I., Campas-Baypoli, O. N. y Rodríguez-Ramírez, R. (2017). Antioxidant and chelating capacity of Maillard reaction products in amino acid-sugar model systems: applications for food processing. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 97, 3522–3529.

Rufian-Henares, J. A. y Morales, F. J. (2006). A new application of a commercial microtiter plate-based assay for assessing the antimicrobial activity of Maillard reaction products. *Food Research International*, 39, 33-39.

Caracterización genética e identificación molecular de germoplasma de *Theobroma Cacao L.* de los estados de Tabasco y Chiapas

Sanjuana Guadalupe Villalobos-Tovar^{*1},
Régulo Ruíz-Salazar^{*1}, Octelina Castillo-Ruiz¹,
Sanjuana Hernández-Delgado² y
Guillermo Castañon-Nájera³

¹Unidad Académica Multidisciplinaria Reynosa Aztlán,
Universidad Autónoma de Tamaulipas

²Centro de Biotecnología Genómica, Instituto Politécnico Nacional. Boulevard del Maestro S/N Esq. Elías Piña Col. Narciso Mendoza Cc.p. 88710

C División Académica de Ciencias Biológicas, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Carretera Villahermosa-Cárdenas, Km 0.5 S/N, Entronque a Bosques de Saloya. C.P. 86150. Villahermosa, Tabasco, México.

✉* regulo.ruiz@docentes.uat.edu.mx

Palabras clave: *Theobroma cacao* L., marcadores microsatélites, moniliasis.

Introducción

El cacao (*Theobroma cacao* L.) ($2n=20$), es un árbol que crece bajo la sombra en climas tropicales y tiene presencia en 4 continentes (África, Asia, América y Oceanía). A pesar de ser un cultivo de la cuenca amazónica las primeras civilizaciones en domesticarlo fueron los Aztecas y Mayas, para ellos era de gran valía que incluso las semillas se empleaban como sustituto de monedas. El mayor productor de cacao a nivel mundial es Costa de Marfil, debido a la enfermedad llamada moniliasis provocada por el hongo *Moniliophthora roreri* países como Ecuador, México, Perú y Colombia, han sufrido baja en su producción de cacao (Cif & Par), esta enfermedad ataca a la mazorca al grado de pudrir el fruto, por ello se busca mejorar los cultivos mediante marcadores moleculares ya que poseen la característica particular de diferenciar diversos organismos por lo que son ampliamente empleados para caracterizar poblaciones, mediante el análisis de su ADN, estos son una herramienta rápida y confiable que permite diseñar estrategias de

mejoramiento y caracterización de cultivos entre estos tipos de marcadores se encuentran los ITS y los marcadores microsatélites, estos últimos consisten en pequeñas regiones de secuencias repetidas que van de dos a diez pares de bases, estas se encuentran distribuidas al azar en el ADN. Por ello, este tipo de marcadores son apropiados para la caracterización de los cultivos, debido a que generan información de origen codominante. La información genética obtenida mediante estos marcadores puede ser empleada para lograr mejores producciones, con mayor calidad del producto, y mejora en características de olor y sabor ello, mediante la selección de estos atributos, mediante la técnica de PCR (reacción de cadena de polimerasa) se lograra amplificar secuencias de ADN de cacao por medio de cebadores (marcadores microsatélites), el cual seleccionará el genoma que será amplificado, obteniendo millones de copias, es decir, que permitirá el estudio de la molécula de ADN. Por lo tanto esta presente investigación tiene como objetivo: Caracterizar la diversidad genética e identificar las relaciones genéticas de accesiones de *Theobroma cacao* L. tipo criollo mediante marcadores microsatélites y marcadores ITS, colectadas en los estados de Tabasco y Chiapas.

Metodología

A partir de hojas jóvenes de cacao, se colectó tejido fresco procedente de localidades de los Estados de Tabasco y Chiapas, México, se conservó mediante hielo seco a una temperatura de -78.6°C , para evitar degradación de la muestra. La extracción de ADN se realizó con el estuche comercial “DNeasy® Plant Mini Kit de Qiagen, donde el ADN se resuspendió en $50\ \mu\text{L}$ de solución AE, donde se incubó para su elución por 5 min a temperatura ambiente y después centrifugó a 8000 rpm por un minuto, cada muestra se corrió en una cámara de electroforesis y se visualizó en gel de agarosa al 1% mediante luz UV, para cuantificar la calidad e integridad del ADN, se empleó un equipo NanoDrop 2000 con el cual las muestras se estandarizaron a $20\ \text{ng}\ \mu\text{L}^{-1}$ para su uso en termociclado.

Resultados y discusión

En el presente estudio conformado por 81 muestras DNA de cacao, las más concentradas las cuales

se reajustaron son las siguientes: 40, 50, 55, 70, 75, 78, predominan de localidades del estado de Tabasco, mientras que las muestras 5 y 10 son del estado de Chiapas, de las muestras restantes la mayoría será utilizadas sin reajuste ya que cuentan con $20 \text{ ng } \mu\text{L}^{-1}$, concentración, por lo cual la calidad obtenida en el ADN es adecuada para las condiciones de PCR, donde se emplearan 15 marcadores microsátélites ya elegidos, que permite la secuenciación molecular del ADN de cacao.

Perspectivas y Conclusiones

El trabajo experimental aún no está concluido, sin embargo, se espera obtener resultados positivos, ello, de acuerdo con las 81 extracciones donde se visualizó ADN en todas las muestras, sin embargo, las concentraciones aún deben reajustarse, se espera que el análisis genético con microsátélites permita esclarecer la estructura genética, variabilidad poblacional y las reacciones que existen entre y dentro de las variedades de cacao provenientes de las localidades de Tabasco y Chiapas.

Referencias

- Osorio-Guarín, J. A. (2009). Caracterización molecular del banco de germoplasma de cacao (*Theobroma cacao* L.) del Instituto Amazónico de investigaciones científicas Sinchi mediante marcadores moleculares tipo microsátélites. In Aspectos Generales De La Planificación Tributaria En Venezuela (Vol. 1, Issue 75). Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Ciencias.
- Ramírez-Guillermo, M. Á., Lagunes-Espinoza, L. C., Ortiz-García, C. F., & Gutiérrez, O. A. (2018). Variación Morfológica de frutos y semillas de cacao (*Theobroma cacao* L.) de plantaciones en Tabasco, México. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 41(2), 117–125. <https://doi.org/10.35196/rfm.2018.2.117-125>
- Reyes-Reyes, G. (2019). Análisis de la producción de cacao en el oro y sus efectos de la Política Agropecuaria desde la dolarización [Unidad Académica de Ciencias Afropecuarias]. http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/11349%0Ahttp://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/13852/3/DE00006_TRABAJO%20DE%20TITULACION2.pdf
- Pabón, M., Herrera-Roa, L., & Sepúlveda, W. (2016). Caracterización Socio-Económica y Productiva del cultivo de cacao en el Departamento De Santander (Colombia). *Revista Mexicana de Agronegocios*, 38(1), 283–294.

Vinazas de la industria tequilera para la obtención de medios nutritivos económicos y aditivos alimentarios

Linda Michelle Martínez Castillo¹,
María Guadalupe Bustos Vázquez*²,
Octelina Castillo Ruiz¹,
Guadalupe Concepción Rodríguez Castillejos¹ y
Rubén Santiago Adame¹

¹Unidad Académica Multidisciplinaria Reynosa Aztlán,
Universidad Autónoma de Tamaulipas

²Unidad Académica Multidisciplinaria Mante,
Universidad Autónoma de Tamaulipas
✉ *gbustos@docentes.uat.edu.mx

PALABRAS CLAVE: Vinazas, Agave, Aditivos Alimentarios, Biotecnología

Introducción

La industria tequilera es una actividad de gran importancia como bebida emblemática en México, tiene reconocimiento internacional y para su producción utiliza más de un millón de toneladas de agave lo que genera una gran cantidad de residuos, principalmente bagazo y vinazas lo que hace necesario la búsqueda de alternativas de uso para la generación de nuevos productos como los aditivos alimentarios entre otros productos. Los aditivos alimentarios aportan muchos beneficios en la conservación de los alimentos ya que ayudan a mantener sus características por mucho más tiempo, así como facilitar su preparación (Carocho *et al.*, 2014) y no deben considerarse como ingrediente en algún producto, estos pueden ser de origen vegetal o se pueden obtener también de productos idénticos a la naturaleza, elaborados por síntesis o biosíntesis (Viñuela, E. L. 2017). Debido a la importancia que pueden tener los residuos de la industria tequilera el objetivo de este estudio se centra en la búsqueda de alternativas de uso de estos residuos principalmente en los fangos del proceso, los cuales pueden ser utilizados como fuente de nutrientes solas o en combinación con licores de lavado de maíz para la producción biotecnológica de ácido láctico utilizando bacterias lácticas.

Metodología

Las muestras de vinaza se caracterizaron llevando a cabo la determinación de humedad, determinación de sólidos, carbono, nitrógeno, compuestos orgánicos y elementos minerales. Por otra parte, los inóculos fueron preparados por solubilización de células de placas con 5 mL de agua esterilizada. La biomasa en los inóculos se midió mediante densidad óptica a 600 nm y ajustado por dilución con agua para alcanzar una concentración final en el medio de cultivo de 7,4 g de células secas/L. Los experimentos se llevaron a cabo en matraces Erlenmeyer de 250 mL con un volumen final de 100 mL utilizando el medio completo propuesto por Mercier *et al.* 1990. Se realizó un control negativo con CSL (10 g/L) como único nutriente (este control negativo se utilizó para demostrar que CSL no es suficiente para cubrir los requerimientos nutricionales de los microorganismos). Se llevaron a cabo dos series de experimentos utilizando 10 g/L de vinazas más 10 g/L de CSL o 20 g/L de vinazas. En todos los casos se añadió Carbonato cálcico (100 g/L) para neutralizar el ácido láctico producido. Después de la inoculación (5 mL), las fermentaciones se realizaron en agitadores orbitales a 200 rpm. Se tomaron muestras (2 mL) en tiempos de fermentación dados y se centrifugaron a 6000 rpm durante 3 min. Los sobrenadantes se almacenaron para análisis en cromatografía de glucosa y ácido láctico.

Resultados y discusión

Las productividades volumétricas se van a calcular para los tiempos de fermentación correspondientes a los valores más altos de concentraciones de ácido láctico. Los datos experimentales se ajustarán a los modelos propuestos utilizando software comercial por regresión no lineal utilizando el método de mínimos cuadrados. La producción de ácido láctico se modelará matemáticamente siguiendo la ecuación propuesta por Mercier *et al.* 1990.

Perspectivas y Conclusiones

El trabajo experimental aún no está concluido, sin embargo se espera obtener buenos resultados al sustituir el costoso medio MRS por las vinazas el cual es un nutriente barato obtenido a partir de desechos de la industria, evaluaremos el comportamiento de

pendiendo del tipo de microorganismo y vinaza utilizado, esperamos que las vinazas destiladas muestren un buen rendimiento debido a sus compuestos fenólicos que cambian su composición durante el proceso de destilación siendo así apropiadas para su uso como nutriente, identificando el tipo de vinaza que mejores resultados muestren. Por otra parte, en el tema de los microorganismos, estos, también serán evaluados por su comportamiento verificando el mejor desempeño de acuerdo a su metabolismo y se evaluará el mayor rendimiento y productividad del producto.

Referencias

- Alzate, C. E. A. (2015). Caracterización físico-química de una vinaza resultante de la producción de alcohol de una industria licorera, a partir del aprovechamiento de la caña de azúcar. *Ingenierías USBMed*, 6(2), 36-41. <https://doi.org/10.21500/20275846.1729>
- Carocho, M., Barreiro, MF, Morales, P. y Ferreira, IC (2014). Adición de moléculas a los alimentos, pros y contras: una revisión sobre los aditivos alimentarios sintéticos y naturales. *Revisiones exhaustivas en ciencia alimentaria y seguridad alimentaria*, 13 (4), 377-399. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12065>
- Corredor, Y. A. V., & Pérez, L. I. P. (2018). Aprovechamiento de residuos agroindustriales en el mejoramiento de la calidad del ambiente. *Revista Facultad de Ciencias Básicas*, 59-72.
- Nava-Cruz, N. Y., Medina-Morales, M. A., Martínez, J. L., Rodríguez, R., & Aguilar, C. N. (2015). Agave biotechnology: an overview. *Critical reviews in biotechnology*, 35(4), 546-559. <https://doi.org/10.3109/07388551.2014.923813>
- Viñuela, E. L. (2017). Características generales de los aditivos alimentarios evaluación de su ingesta. FAO. http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP_FaoRlc/old/prior/comagric/codex/pdf/aditivos.pdf

Potencial aplicación de la biomasa residual de la microalga *Dunaliella Tertiolecta* para producción de antioxidantes

Andrea de Jesús Gárate Osuna^{1,2};
Dulce Libna Ambríz Pérez^{3,4};
Angel Valdez Ortiz^{1,2};
Karla Denisse Luna Avelar²;
Lourdes Janeth Germán Báez^{1,2} y
David Ulises Santos Ballardo^{3,4,*}

¹Programa Regional de Posgrado en Biotecnología,
Facultad de Ciencias Químico-Biológicas,

Universidad Autónoma de Sinaloa

²Laboratorio de Biotecnología e Ingeniería Genética,
Universidad Autónoma de Sinaloa

³Unidad Académica de Ingeniería en Energía,
Universidad Politécnica de Sinaloa

⁴Maestría en Ciencias Aplicadas,
Universidad Politécnica de Sinaloa

✉ *dsantos@upsin.edu.mx

PALABRAS CLAVE: microalgas, biotecnología, antioxidantes, *Dunaliella tertiolecta*

Introducción

Las microalgas son microorganismos fotosintéticos que pueden crecer en distintos cuerpos de agua, en los últimos años éstas han tenido un incremento en el interés científico debido a su potencial uso a nivel biotecnológico (Santos-Ballardo, *et al.* 2016; Chew, *et al.*, 2017). Una de las áreas de oportunidad que ha surgido para la aplicación de biomasa microalgal, es la obtención de compuestos antioxidantes, conocidos como moléculas que tienen capacidad de reacción ante los radicales libres, y son capaces de retrasar y/o prevenir procesos de oxidación en alimentos.

Metodología

La biomasa microalgal utilizada para la experimentación fue biomasa previamente desgrasada (biomasa residual (BR)) por metodología Soxhlet. La capacidad antioxidante se determinó por dos metodologías: usando el radical ABTS⁺ que se genera a partir

del ácido 2,2'-azinobis (3-etilbenzenotiazolín)-6-sulfónico, y la técnica del radical libre DDPH que emplea el 2-2-difenil-1-picrilhidrazilo. Se realizaron extractos de compuestos fenólicos libres y ligados para obtener un resultado más certero. Se siguió la metodología descrita por Germán-Báez, *et al.* (2017) con modificaciones. Para ambos ensayos, se realizó una curva de calibración estándar con Trolox, teniendo 8 concentraciones. Al final de las técnicas, la capacidad antioxidante (CAOX) total resulta al sumar la CAOX de los extractos de fenólicos libres y ligados. Los resultados fueron expresados en micro moles equivalentes de Trolox por gramo en base seca ($\mu\text{M ET/g (bs)}$).

Resultados y discusión

Los resultados de la capacidad antioxidante determinada por ambos métodos se pueden visualizar en la Tabla 1.

Tabla 1. Capacidad antioxidante de la BR de *Dunaliella tertiolecta*.

CAOX ($\mu\text{M ET/g (bs) BR}$)		
Muestra	ABTS ⁺	DPPH
Extractos libres	15.900 \pm 0.666 ^A	5.161 \pm 0.684 ^B
Extractos ligados	2.801 \pm 0.193 ^C	1.623 \pm 0.030 ^D
Total	18.701 \pm 0.853	6.784 \pm 0.713

*Datos presentados \pm desviación estándar por experimentación por triplicado. Análisis estadístico realizado en (Minitab 2016®, LSD, $p \leq 0.05$) para ambas técnicas.

Lo anterior concuerda con lo reportado por Norzagaray-Valenzuela, *et al.*, (2016) para la BR desgrasada de la misma especie, donde reportaron valores de capacidad antioxidante para las técnicas ABTS⁺ y DPPH de 22.42 ± 4.37 y $6.00 \pm 0.09 \mu\text{mol ET/g (bs)}$, respectivamente. De igual manera, Germán-Báez, *et al.*, (2017) analizaron la CAOX de BR desgrasada de la microalga *Phaeodactylum tricorutum*, para la técnica ABTS⁺ obtuvieron valores de $67.93 \pm 0.36 \mu\text{mol ET/g (bs)}$ y para DPPH $9.54 \pm 0.13 \mu\text{mol ET/g (bs)}$. Las diferencias encontradas

pueden deberse a la especie estudiada. Es importante mencionar que los resultados obtenidos en esta investigación son comparables con algunos productos conocidos como fuentes de antioxidantes naturales, como toronja, durazno, aguacate, etc., que presentan valores menores a 30 $\mu\text{mol ET}$ por gramo de fruta.

Conclusiones

La biomasa residual de la microalga *D. tertiolecta* desgrasada, presenta potencial como materia prima para la obtención de compuestos antioxidantes, por lo que se posiciona como una alternativa prometedora comparable a las fuentes tradicionales empleadas.

Referencias

- Chew, K. W., Yap, J. Y., Show, P. L., Suan, N. H., Juan, J. C., Ling, T. C., & Chang, J.-S. (2017). Microalgae biorefinery: high value products perspectives. *Bioresource technology*, 01-43.
- Germán-Báez, L., Valdez-Flores, M., Félix-Medina, J., Norzagaray-Valenzuela, C., Santos-Ballardo, D., Reyes-Moreno, C., & Valdez-Ortiz, A. (2017). Chemical composition and physicochemical properties of *Phaeodactylum tricornutum* microalgal residual biomass. *Food Science and Technology International*, 1-9.
- Norzagaray-Valenzuela, C., Valdez-Ortiz, A., Shelton, L., Jiménez-Edeza, M., Rivera-López, J., Valdez-Flores, M., & Germán-Báez, L. (2016). Residual biomasses and protein hydrolysates of three green microalgae species exhibit antioxidant and anti-aging activity. *Journal of Applied Phycology*, 189-198.
- Santos-Ballardo, D. U., Valdez-Ortiz, Á., & Rossi-Heras, S. (2016). Energía verde a partir de microalgas: Biogás como estrategia para una biorefinería sustentable. Antecedentes, retos y fundamentos. Saarbrücken, Deutschland / Alemania.: Editorial Académica Española.

Análisis del potencial de la biomasa de *Dunaliella tertiolecta* para la obtención de ácidos grasos

Andrea de Jesús Gárate Osuna^{1,2};
Dulce Libna Ambríz Pérez^{3,4};
Angel Valdez Orti^{1,2};
Karla Denisse Luna Avelar²;
Lourdes Janeth Germán Báez^{1,2}; y
David Ulises Santos Ballardo^{3,4,*}

¹Programa Regional de Posgrado en Biotecnología,
Facultad de Ciencias Químico-Biológicas,

Universidad Autónoma de Sinaloa

²Laboratorio de Biotecnología e Ingeniería Genética,
Universidad Autónoma de Sinaloa

³Unidad Académica de Ingeniería en Energía,
Universidad Politécnica de Sinaloa

⁴Maestría en Ciencias Aplicadas,
Universidad Politécnica de Sinaloa

✉ *dsantos@upsin.edu.mx

PALABRAS CLAVE: microalgas, ácidos grasos, *Dunaliella tertiolecta*

Introducción

Dunaliella tertiolecta es una microalga verde que ha recibido un gran interés científico debido a su versatilidad para generar diversos productos químicos de alto valor (Santos-Ballardo *et al.*, 2016). A pesar de su potencial para generación de productos de interés, actualmente no existen investigaciones en donde se analice el uso de esta especie para obtención de ácidos grasos (AG). Por lo que se analizó la biomasa de *D. tertiolecta* para determinar su potencial para la obtención de AG con potencial uso alimentario.

Metodología

Para el cultivo celular se utilizó el medio de crecimiento F/2. La temperatura de los cultivos se mantuvo a 25 °C (± 1 °C), con iluminación artificial de 6000 a 6500 lux, durante 24 h. La extracción de AG se realizó mediante la técnica Soxhlet, utilizando una mezcla de cloroformo:metanol (2:1). El análisis del perfil de ácidos grasos se realizó mediante cromatografía de gases (Agilent®, modelo 7820). Los me-

til-ésteres de los AG, se identificaron por comparación con AG estándar. Los resultados se presentaron como porcentaje en peso por cada gramo de aceite de microalga (Chen *et al.*, 2011).

Resultados y discusión

El porcentaje de aceite recuperado de *D. tertiolecta* se reportan y comparan en la Tabla 1. Es importante señalar que factores como la especie de microalga, condiciones y medio de cultivo y/o exposición a algún tipo de estrés influyen directamente sobre la acumulación de lípidos y la productividad de biomasa (Santos-Ballardo *et al.*, 2016).

Tabla 1. Contenido lipídico y productividad de biomasa de microalgas.

Microalga	Productividad de biomasa (g L ⁻¹ día ⁻¹)	Lípidos acumulados (%)	Productividad de lípidos (g L ⁻¹ día ⁻¹)	Referencia
<i>Dunaliella tertiolecta</i>	0.26	15.69	0.040	*
<i>Dunaliella tertiolecta</i>	0.12	16.7	0.020	Gouveia & Oliveira, 2009
<i>Dunaliella salina</i>	0.28	18.5	0.051	Chen <i>et al.</i> , 2011

*Trabajo actual

La Tabla 2, muestra la composición de la fracción lipídica obtenida de la microalga en estudio, también se realiza una comparación con otros resultados reportados previamente.

Tabla 2. Composición de la fracción de lípidos de *D. Tertiolecta*.

C:D	Nombre común	<i>D. tertiolecta</i> *	<i>D. tertiolecta</i> Gouveia & Oliveira, 2009	<i>D. tertiolecta</i> Chen <i>et al.</i> , 2011	<i>D. salina</i> Cakmak <i>et al.</i> , 2014
12:0	Láurico	-	-	-	0.37
14:0	Mirístico	4.45	0.47	-	1.60
16:0	Palmitico	23.67	17.70	28.1	45.41
16:1	Palmitoléico	2.52	0.88	-	0.25
16:2	-	-	3.03	2.8	-
16:3	Hexadeca-trienoico (HTA)	-	1.24	1.37	-
16:4	-	-	10.56	-	-
17:0	Margárico	3.60	-	-	-
18:0	Estearico	9.97	-	0.6	1.65
18:1	Oléico	5.66	4.87	19.3	11.69
18:2	Linoléico	7.55	12.37	14.67	9.87
18:3	Linolénico	30.58	30.19	33.2	21.19
20:4	Araquidónico	1.64	-	-	-
20:5	Eicosapentaenoico	-	-	-	-
22:6	Docosahexaenoico	-	-	-	-

*Trabajo desarrollado en la presente investigación.

El perfil de AG representa una valiosa fuente de nutrientes comestibles. Por ejemplo, el ácido palmítico puede ser obtenido directamente de las fuentes alimenticias, y también por síntesis endógena del cuerpo humano, mientras que el ácido linolénico solo se puede obtener a través de la dieta. Por otro lado, el ácido linolénico tiene un papel importante en las vías de desaturación y alargamiento de la cadena de ácidos grasos omega-6 y omega-3, los cuales han cobra-

do gran relevancia en la industria alimentaria por su valor nutricional y sus diversas actividades biológicas.

Conclusiones

Basado en el perfil de AG obtenido, los aceites obtenidos de la microalga *Dunaliella tertiolecta* mostraron buen potencial como fuente de nutrientes comestibles.

Referencias

- Cakmak, Y.S., Kaya, M., & Asan-Ozusaglamkamak, M. (2014). "Biochemical composition and bioactivity screening of various extracts from *Dunaliella salina*, a green microalga". *EXCLI Journal* 1, 679-690 – ISSN 1611-2156, 2014.
- Chen, M., Tang, H., Ma, H., Holland, T., Simon, N.K., & Salley, S. (2011). "Effect of nutrients on growth and lipid accumulation in the green algae *Dunaliella tertiolecta*". *Bioresource Technology*, 1649-1655. DOI: 10.1016/j.biortech.2010.09.062
- Gouveia, L. & Oliveira, A.C. (2009). "Microalgae as a raw material for biofuels production". *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*, 269-274.
- Santos-Ballardo, D.U., Valdez-Ortiz, Á., & Rossi-Heras, S. (2016). *Energía verde a partir de microalgas: Biogás como estrategia para una biorefinería sustentable. Antecedentes, retos y fundamentos*. Saarbrücken, Deutschland / Alemania.: Editorial Académica Española.

Evaluación de la comunidad microbiana de un biorreactor híbrido para tratamiento de agua residual porcícola

María Elena Ochoa Hernández^{1*},
Luis R. Martínez-Córdova¹,
Belén Rodelas³,
Denisse Serrano Palacios², y
Kadiya Calderón¹

¹Universidad de Sonora,
Departamento de Investigaciones Científicas y Tecnológicas
²Instituto Tecnológico de Sonora,
Departamento de Ciencias del Agua y Medio Ambiente
³Universidad de Granada, Facultad de Farmacia
✉*aneleochoa@gmail.com

PALABRAS CLAVE: Biorreactor híbrido, Agua Residual, Porcícola, Secuenciación, Microbioma

Introducción

Las granjas porcícolas producen grandes cantidades de aguas residuales con elevadas concentraciones de materia orgánica (Chen *et al.*, 2018). Por tanto, es necesario que sean tratadas previo a su disposición final. Los tratamientos biológicos convencionales son insuficientes para la remoción completa de contaminantes, por lo que, un sistema híbrido que combine varios tipos de tecnología puede mejorar la eficiencia de remoción de contaminantes (Gadipelly *et al.*, 2014). Para lograr un óptimo desempeño del sistema híbrido y un proceso de remoción exitoso, es necesario conocer la estructura y diversidad de la comunidad microbiana presentes a lo largo del biorreactor. El objetivo del presente trabajo es evaluar comunidad microbiana de un biorreactor híbrido para tratamiento de agua residual porcícola.

Metodología

El biorreactor consistió en un sistema tipo UASB con una etapa superior aerobia. Se muestrearon ambas etapas del reactor, el influente y un reactor UASB por triplicado. Se tomó 0.1g de cada muestra para la extracción de DNA y RNA. El RNA fue convertido a DNAC mediante transcripción reversa. Se amplificó la región V4 del gen ribosomal 16S rRNA por

PCR. Los amplicones se enviaron a secuenciar en la plataforma MiSeq de Illumina (Macrogen, Corea). El análisis de las secuencias se realizó en el programa phyloeq en el ambiente RStudio (1.4.11.06) de la plataforma R (The R Core Team, 2012). Para la clasificación taxonómica se utilizó la base de datos Silva.

Resultados y discusión

Methanosaeta resultó ser el género más abundante en las muestras del reactor UASB, representando aproximadamente un 75% del total (Figura 1). En la etapa anaerobia del biorreactor, Methanosaeta se encuentra en menor proporción y en adición se encuentran otros géneros como Syntrophobacter, relacionado con la degradación de propionato (Wang *et al.*, 2018). En la etapa aerobia del biorreactor se observó una mayor uniformidad entre las poblaciones de cada género. La diversidad y riqueza son factores importantes para considerar, ya que la estabilidad de un biorreactor metanogénico depende de la diversidad de los grupos funcionales (DaSilva *et al.*, 2015). Se tomó en cuenta el índice de Shannon e inverso de Simpson para buscar diferencias significativas entre las muestras. Entre DNA y DNAC, se encontraron diferencias en el índice de Shannon para HBRan, mostrando que no todos los microorganismos presentes están metabólicamente activos.

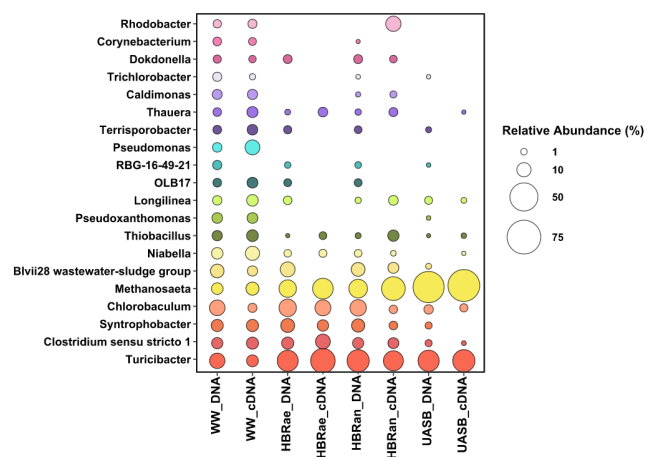


Figura 1. Abundancia Relativa por Género (WW: agua residual; HBRae: sección aerobia del biorreactor, HBRan: sección anaerobia del biorreactor).

Conclusiones

Methanosaeta es el género más abundante en la etapa anaerobia del biorreactor y en el reactor UASB.

En la sección aerobia del biorreactor se encontró la mayor riqueza de especies. Basado en el índice de Shannon, no hay diferencias significativas entre las muestras de DNA y DNAC salvo en las muestras de la etapa anaerobia del biorreactor.

Referencias

- Chen, G., Huang, J., Tian, X., Chu, Q., Zhao, Y., & Zhao, H. (2018). Effects of influent loads on performance and microbial community dynamics of aerobic granular sludge treating piggery wastewater. *Journal of Chemical Technology & Biotechnology*, 93(5), 1443-1452.
- Cheng, H. H., Narindri, B., Chu, H., & Whang, L. M. (2020). Recent advancement on biological technologies and strategies for resource recovery from swine wastewater. *Bioresource technology*, 303, 122861.
- Da Silva, M. L. B., Cantão, M. E., Mezzari, M. P., Ma, J., & Nossa, C. W. (2015). Assessment of bacterial and archaeal community structure in swine wastewater treatment processes. *Microbial ecology*, 70(1), 77-87.
- Gadipelly, C., Pérez-González, A., Yadav, G.D., Ortiz, I., Ibáñez, R., Rathod, V.K. & Marathe, K.V. (2014). Pharmaceutical industry wastewater: review of the technologies for water treatment and reuse. *Industrial and Engineering Chemistry Research*, 53(29), 11571-11592.
- Wang, P., Wang, H., Qiu, Y., Ren, L., & Jiang, B. (2018). Microbial characteristics in anaerobic digestion process of food waste for methane production—A review. *Bioresource technology*, 248, 29-36.

Adsorción de azul de metileno en carbón activado de gavilla de trigo

Ma. Araceli Correa-Murrieta^{1*},
Lady Mar Gastélum Rodríguez¹,
Reyna Guadalupe Sánchez Duarte¹,
Yedidia Villegas Peralta¹,
Germán Eduardo Dévora Isiordia¹ y
Jesús Álvarez Sánchez¹

¹Instituto Tecnológico de Sonora,
Departamento de Ciencias del Agua y Medio Ambiente,
✉ *maria.correa@itson.edu.mx

PALABRAS CLAVE: carbón activado, azul de metileno, adsorción

Introducción

La gavilla de trigo es un residuo que abunda en la región del valle del Yaqui. El azul de metileno (AM) es un colorante sintético utilizado ampliamente en la industria textil, por lo que se debe evitar su presencia en el agua (Castellar *et. al.*, 2013). A partir de la gavilla de trigo se puede obtener carbón activado (CA), dando un uso beneficioso a la comunidad. El CA es muy aplicado en el tratamiento de aguas residuales textiles, por lo que se puede utilizar para eliminar pigmentos como el AM (Pathania *et al.*, 2017). Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo es determinar las condiciones óptimas de adsorción del azul de metileno en carbón activado de gavilla de trigo para la viabilidad del uso del adsorbente como una alternativa de tratamiento de aguas contaminadas.

Metodología

Materiales y reactivos. Las soluciones del adsorbato se prepararon a partir de azul de metileno trihidratado ($C_{16}H_{18}N_3SCl \cdot 3H_2O$). La concentración de AM se midió en un espectrofotómetro UV-VIS (AGILENT, C.A., EE. UU). Para validar el método de cuantificación de la concentración de AM, se midieron los parámetros de calidad de linealidad, precisión y exactitud.

Adsorbente. El CA se obtuvo en el laboratorio a partir de gavilla de trigo, siguiendo la metodología de Bernard *et. al.*, 2013, con modificaciones. Además, se

determinó su contenido de humedad y rendimiento de obtención, en base a lo propuesto por Austin *et. al.*, 2013.

Ensayos de adsorción. Los ensayos fueron realizados poniendo en contacto 100 ml de solución de AM (50 ppm) con CA, en matraces Erlenmeyer de 125 ml. El sistema se mantuvo en agitación constante utilizando un agitador orbital de movimiento transversal (Yamato, EE, UU). Las condiciones óptimas de adsorción se determinaron con base a la Metodología Superficie Respuesta, apoyándose en el software “Statgraphics”, usando un diseño factorial 32. Los factores fueron el tiempo de agitación (10, 15 y 20 min) y la masa de adsorbente (0.02, 0.06 y 0.10 g), y la respuesta fue el porcentaje de adsorción de AM. Los ensayos fueron realizados por triplicado, obteniéndose 27 experimentos.

Resultados y discusión

El carbón activado resultó con una humedad promedio de $10.04 \pm 0.36\%$, con un rendimiento de obtención del 50.22%.

En la validación del método de cuantificación se obtuvo una linealidad de 0.9995, una precisión del 2.66% y una exactitud de -0.03, los cuales son valores aceptables.

Las condiciones óptimas de adsorción de AM en CA obtenidas fueron 0.0834 g de masa de adsorbente y 20 min de tiempo de contacto. En la Figura 1 se muestra la gráfica Superficie de Respuesta Estimada.

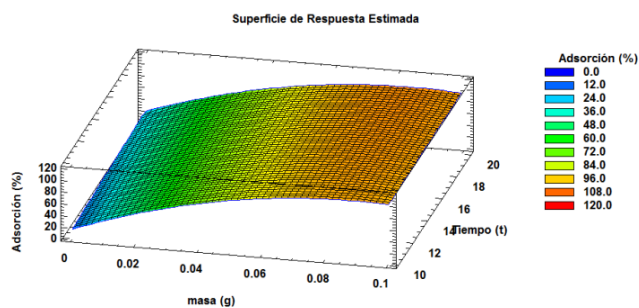


Figura1. Gráfico 3D masa, tiempo y adsorción.

Además, se realizó un análisis de ANOVA y se optimizó el modelo a uno de segundo grado, la ecuación que se obtuvo fue “Adsorción (%) = $-6.42061 + 2059.86 A(g) + 2.25586 B(\text{min}) - 11.032.1 A(g)^2 - 10.9456 A(g) B(\text{min}) - 0.0316468 B(\text{min})^2$ ”

Conclusiones

Las condiciones óptimas de adsorción de AM en CA, determinadas por la metodología superficie respuesta, fueron 0.0834 g de CA y 20 min de tiempo de contacto.

En base a esta investigación se puede concluir que el carbón activado elaborado a partir de gavilla de trigo es una alternativa muy efectiva para el tratamiento de aguas contaminadas por el colorante azul de metileno.

Referencias

- Bernard, E., Jimoh, A., & Odigure, J. (2013). Heavy metals removal from industrial wastewater by activated carbon prepared from coconut shell. *Res J Chem Sci*, 2231, 606X.
- Castellar, G., Angulo, E., Zambrano, A., & Charris, D. (2013). Equilibrio de adsorción del colorante azul de metileno sobre carbón activado. *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, 16(1), 263-271.
- Pathania, D., Sharma, S., & Singh, P. (2017). Removal of methylene blue by adsorption onto activated carbon developed from *Ficus carica* bast. *Arabian Journal of Chemistry*, 10, S1445-S1451.
- Uribe, L. M., López, M. E., & González, A. G. (2013). Activación de carbón mineral mediante proceso físico en horno tubular horizontal y atmósfera inerte. *Revista Colombiana de Materiales*, (4), 25-40.

Concentraciones de arsénico en moluscos y factor de riesgo por consumo en Bahía Tóbari, Sonora

José de Jesús Balderas-Cortés^{1*},
Ana Amairany Aguilar-Acosta¹,
María Mercedes Meza-Montenegro¹,
Iram Mondaca-Fernández¹,
José Luis Solórzano-Meza²

¹Instituto Tecnológico de Sonora,
Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias
²Universidad Estatal de Sonora
✉ *jose.balderas@itson.edu.mx

PALABRAS CLAVE: Almeja Reyna, arsénico, riesgo a la salud

Introducción

El sur del estado de Sonora son áreas de descarga final de elementos nocivos como producto de las actividades agrícolas e industriales de la región. Las especies endémicas filtradoras de interés alimenticio son los principales captadores de contaminantes (González, *et al.*, 2018). El presente estudio tuvo como objetivo el determinar el grado de contaminación por arsénico en *Megapitaria aurantiaca* (Molusco-bivalvo) procedentes de comunidades indígenas pesqueras en el estero del Tóbari, municipio de Benito Juárez, mediante espectrofotometría de absorción atómica con la finalidad de establecer el grado de toxicidad. Con los datos cuantificados se realizó una evaluación de riesgo utilizando el criterio de la USEPA para Superfund (RAGS). Se hace necesario encaminar estudios orientados a la valoración de los niveles y el grado de contaminación por metales y sus efectos sobre la salud como problemática principal.

Metodología

Para el análisis del molusco se tomaron 10 g de músculo de cada individuo, se sometió a una digestión ácida y finalmente, con el residuo se determinó la concentración de arsénico mediante espectrofotometría de absorción atómica acoplado a Generador de Hidruros, según lo indica la NOM-242-SSA1-2009, utilizando un espectrofotómetro marca Agilent Te-

chnologies 200, series AA. El riesgo a la salud por consumo humano fue calculado mediante el Cociente de Riesgo (HQ por sus siglas en inglés) (NOM-242-SSA1-2009).

Resultados y discusión

En este estudio se obtuvo una concentración de 1106 ± 0.64 μg de arsénico en *Megapitaria aurantiaca*. Tomando en cuenta que la NOM-242-SSA1-2009 nos da un límite máximo para consumo humano de crustáceos y moluscos bivalvos de $80\ 000$ $\mu\text{g kg}^{-1}$, los límites no sobrepasan la especie en estudio, más, sin embargo, el arsénico es considerado el elemento químico más tóxico para los organismos vivos, según lo establece la ATSDR. En la Tabla 1, se muestra una comparación de las concentraciones de arsénico encontradas por tres autores de diferentes países en el músculo comestible de algunos moluscos similares.

Tabla 1. Medias de concentración de arsénico.

Especie molusco	Media As ($\mu\text{g/kg}$)	Lugar	Referencia
<i>Megapitaria aurantiaca</i>	1106 ± 0.64	Tóbari, Sonora	Este estudio
<i>Anadara tuberculosa</i>	1590	El Oro, Ecuador	Tobar <i>et al.</i> ,(2017)
<i>Meretrix meretrix L.</i>	1296	Changsha, China	Jia <i>et al.</i> ,(2018)
<i>C. Virginica</i>	5000	Cincinnati, USA	Schmidt <i>et al.</i> ,(2018)

Tobar *et al.*, (2017) reporta en Ecuador para la especie *Anadara tuberculosa*, una concentración dos veces mayor que la encontrada en *Megapitaria aurantiaca*. Jia *et al.*, (2018) en China, estudiaron la almeja *Meretrix meretrix L.* obteniendo una concentración de arsénico muy similar a la encontrada en almeja reina. Complementariamente, Schmidt *et al.*, (2018) en Estados Unidos analizaron la concentración de este metal en ostión americano teniendo como resultado que tiene cantidades de arsénico cinco veces mayor a la obtenida en este estudio. El valor de HQ para infantes obtenido para As fue de 0.016 menor a 1 que es el indicador de riesgo a la salud. Para este tipo de estudios se trabajó con niños ya que son la población más vulnerable y en la que se afectan diferentes etapas de su desarrollo. Los efectos adversos que puede causar el metaloide son problemas al sistema nervioso por su neurotoxicidad, es carcinógeno y tiene efectos sobre el sistema vascular.

Conclusiones

La concentración detectada en Megapitaria aurantiaca ($1106 \pm 0.64 \mu\text{g}$) se encuentra dentro de los límites de la norma NOM-242-SSA1-2009, y presenta un HQ (0.016) de bajo riesgo a la salud para el consumo humano.

Referencias

González, V., Valle, S., Nirchio, M., Olivero, J., Tejada, L., Valdemar, J., Pesantes, F., y González, K. (2018). Evaluación del riesgo de contaminación por metales pesados en sedimentos marinos del Estero Huaylá, Puerto Bolívar, Ecuador. Revista del Instituto De Investigación De La Facultad De Ingeniería. 135 P.

Jia, Y., Wang, L., Ma, L. y Yang, Z. (2018). Speciation analysis of six arsenic species in marketed shellfish: Extraction optimization and health risk assessment. Food Chemistry, 244, 311-316

Norma Oficial Mexicana NOM-242-SSA1-2009, Productos y servicios. Productos de la pesca frescos, refrigerados, congelados y procesados. Especificaciones sanitarias y métodos de prueba., pp. 1-128.

Schmidt, L., Landero, J. A., Novo, D. L. R., Duarte, F. A., Mesko, M. F., Caruso, J. A. y Flores, E. M. M. (2018). A feasible method for As speciation in several types of seafood by LC-ICP-MS/MS. Food Chemistry, 255, 340-347.

Tobar, J., Ramírez, M. M., Fermin, I. y Senior, W. (2017). Concentración de metales pesados en Bivalvos Anadara tuberculosa y A.similis del estero huaylá, provincia de el oro, Ecuador. Centro de investigaciones Biológicas, pp. 19-30.

U.S.EPA. Wildlife Exposure Factors Handbook (1993). U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C., EPA/600/R-93/187.

Evaluación del uso de promotores de crecimiento combinado con aloe vera en cultivo de papa

Carlos Antonio Peñuñuri Norzagaray^{1*},
Jesús Antonio Peñuñuri Norzagaray¹ y
Marco Antonio Gutiérrez Coronado²

¹Instituto Tecnológico de Sonora,
Departamento de ciencias agronómicas y veterinarias
²Instituto Tecnológico de Sonora,
Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias
✉ * carlos.penunuri182039@potros.itson.edu.mx

PALABRAS CLAVE: Sustentable, biofertilizante, bioestimulante

Introducción

Los microorganismos utilizados como biofertilizantes (BF) tienen un papel fundamental cuando la agricultura tiene la necesidad de adoptar medidas conservacionistas y de menor impacto ambiental, ya que minimizan los impactos de la fertilización convencional y aseguran la permanencia de la agricultura sustentable (Lira *et al.*, 2013). Estos microorganismos se encuentran de forma natural en el suelo y abarcan diversos grupos; sin embargo, su población es afectada por el manejo de suelo y uso excesivo de agroquímicos (Grageda-Cabrera *et al.*, 2003). Por lo tanto, en la actualidad se está abriendo cada vez más el paso a un extenso campo de estudio a nuevas tecnologías sostenibles en mejoramiento fisiológico y productivo en las plantas de uso agrícola.

Metodología

Se llevó a cabo en el Block 1703, lote 13, Valle del Yaqui, Sonora. Se sembró papa variedad fianna, en surcos a 92 cm de separación dejando 4 plantas por metro lineal, la tercera semana de noviembre de 2020 aplicando los productos (Vigor Up y Seven7+). Empleando 3 tratamientos con cada producto tanto Vigor Up y Seven7+ usando baja, media y alta concentración más un combinado de mismas concentraciones de ambos productos e incluyendo un tratamiento testigo. Con un diseño experimental en bloques al azar, con 10 tratamientos y 10 repeticio-

nes, donde se midieron variables fisiológicas como altura a través de una cinta métrica y clorofila total con un Spad 502 de Minolta cada dos semanas, producción, midiendo la cantidad y peso de tubérculo en kg/m² y de calidad midiendo la pérdida de peso y haciendo una clasificación de calidad de primera, segunda, tercera y cuarta según tamaño.

Resultados y Discusión

En las variables de clorofila y altura de planta, no se detectaron diferencias estadísticas. Los valores de clorofila estuvieron desde 32 a más de 48 UC, para el T9, siendo en las plantas tratadas las que estuvieron ligeramente arriba del testigo, siendo en el mejor de las situaciones por arriba del 25%. En el caso de la altura de la planta, estos estuvieron desde 43 a más de 68 cm, con aumentos en algunos casos de más del 40%, en algunas plantas tratadas, como fue el caso del T5.

Los mayores porcentajes de calidad, estuvieron en primeras y segundas, así como en segundo lugar en terceras, donde todas las plantas tratadas, sin importar combinaciones de Aloe vera y complementos, superaron ampliamente a las plantas testigo, en este parámetro.

Los menores porcentajes de pérdida de peso se tuvieron con los tratamientos 6, 7 y 9, con 2.4, 2.9 y 2.6 respectivamente, mientras que las mayores pérdidas se encontraron en los tubérculos testigo, con 8 por ciento en el día 15 de evaluación y con diferencias altamente significativas.

Tabla 1. Bioestimulante a base de Aloe vera en el rendimiento y sus componentes.

Tratamiento	Numero de papas/m ²	Peso/m ² (kg)
T1	42 a	6.88 d
T2	32 bc	4.75 a
T3	33 bc	4.84 a
T4	31 bc	5.71 bc
T5	35 bc	5.22 bc
T6	32 bc	4.74 a
T7	31 bc	5.22 bc
T8	37 ab	5.21bc
T9	34 bc	4.84 a
T10	21 d	3.31 e

Medias con distinta letra dentro de las columnas son estadísticamente diferentes de acuerdo con la prueba de LSD a una $P \leq 0.05$.

El número de papas por metro cuadrado, reporto diferencias altamente significativas, siendo los tratamientos 1 y el 8 los que reportaron los mejores resultados, con 42 y 37 papas por metro cuadrado. En el caso del peso por metro cuadrado, el tratamiento 1 fue el mejor con 6.88 kg/m², seguido del tratamiento 4 con 5.71 kg/m² (Cuadro 4). Valores similares se reportan por Leal *et al.* 2017, en papa, al incrementar el número y peso de los tubérculos de manera altamente significativa.

Conclusiones

Los resultados obtenidos muestran una mejoría significativa en todas las mediciones efectuadas.

Referencias

- Grageda, O., Díaz, A., Peña, J. y Vera, J. (2012). Impacto de los biofertilizantes en la agricultura. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 3(1): 1261-1274.
- Leal, J., Gutiérrez, M., Castro, L., Lares, F., Cortes, J. y Santos, S. (2017). Microorganismos promotores de crecimiento vegetal con yeso agrícola en papa (*Solanum tuberosum* L.) bajo casa sombra. *Agrociencia*, 52(8): 1149 – 1159.
- Lira, S. R. H. (2017). Uso de Biofertilizantes en la Agricultura Ecológica. Serie Agricultura Orgánica Núm. 14. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 9 p.
- Virgen, J. (2019). Evaluación de biofertilizante a base de Aloe vera combinado con microorganismos aplicado en chile jalapeño (*Capsicum annum* L.), bajo condiciones de casa-sombra. [Tesis de licenciatura]. Instituto Tecnológico de Sonora.

Capacidad antioxidante y compuestos fitoquímicos en extractos de *Euphorbia prostrata*

Samantha Jazmín Armenta-Herrera^{1*},
Dalia Isabel Sánchez-Machado,
Jaime López-Cervantes y
Ana Aglabe Escárcega-Galaz

¹Instituto Tecnológico de Sonora,
Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias,
✉* Samanthajazminab@gmail.com

PALABRAS CLAVE: Antioxidantes, fitoquímicos, *E. prostrata*.

Introducción

Euphorbia prostrata es una planta rastrera de la familia Euphorbiaceae, tradicionalmente conocida como golondrina, hierba de golondrina (Figura 1). Las etnias Maya, Guarijio y Yaqui la aplican para el tratamiento de heridas, diarrea, erupciones en la piel etc, (Surendra *et al*, 2012). Algunos fitoquímicos como los flavonoides, carotenoides y polifenoles poseen propiedades antioxidantes con beneficios como anticancerígenos, antienvjecimiento, acciones protectoras para enfermedades cardiovasculares y enfermedades neurodegenerativas (Zhang *et al*, 2015). El objetivo de esta investigación fue estudiar los extractos de la planta de *E. prostrata* en base a su caracterización fitoquímica por ensayos colorimétricos y su capacidad antioxidante por el método de DPPH.



Figura 1. Planta de *Euphorbia prostrata* y su vista desde estereoscopio.

Metodología

Se prepararon extractos con muestras molidas de *E. prostrata*. Los extractos se utilizaron para los ensayos fitoquímicos con la metodología de Aslam y Afridi, (2018). Adicionalmente, se determinó la capacidad antioxidante con el método de actividad inhibidora del radical libre 1,1-difenil-2-picril hidracilo (DPPH) en extractos de agua y etanol.

Resultados y discusión

Las pruebas fitoquímicas para todos los extractos de etanol fueron positivas, Figura 2. Para la capacidad antioxidante los mayores porcentajes obtenidos fueron para agua (63%) y etanol (88%). La capacidad antioxidante total (CAT) para el extracto de agua y etanol fueron 49.00 y 113.45 mM equivalente trolox/g, respectivamente. Esto difiere de lo reportado por Valenzuela-Soto *et al*. (2019) para CAT de 9.53 mMol equivalente de trolox/g. Ramírez-Godínez *et al*, (2016) atribuye esta diferencia debido a los factores de temperatura y tiempo de extracción.

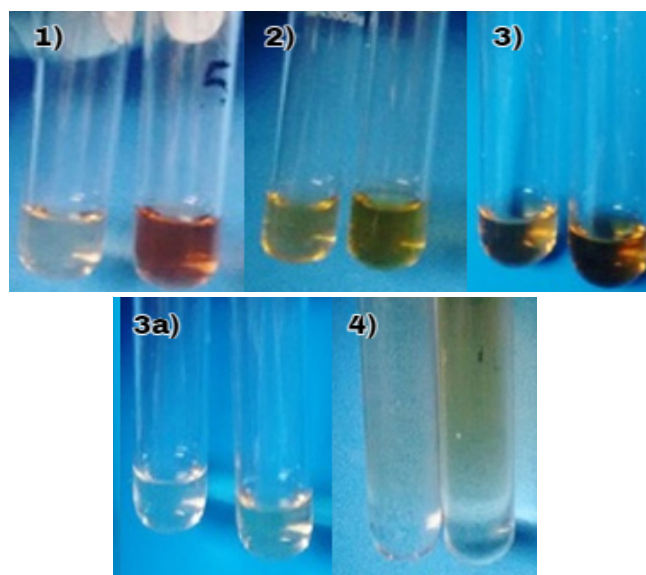


Figura 2. Pruebas fitoquímicas colorimétricas de los extractos en agua (IZQ) y en etanol (DER) de *E. prostrata*.

Prueba de Salkowski para esteroides, (2) Prueba para cumarinas con NaOH 10%, (3) Prueba para flavonoides con NaOH diluido (3^a) Revelado con HCl, (4) Prueba de Salkowask para triterpenos.

Conclusiones

Los extractos a base etanol revelaron una mayor cantidad de compuestos fitoquímicos, así mismo una mayor capacidad antioxidante en comparación de los extractos acuosos.

Referencias

- Aslam, I., & Afridi, M. S. K. (2018). Pharmacognostic characterization of *Beaumontia grandiflora* (Roxb.) Wall. leaf for taxonomic identification for quality control of a drug. *Journal of applied research on medicinal and aromatic plants*, 8, 53-59.
- Ramírez-Godínez J., Jaimez-Ordaz J, Añorve-Morga J, Salazar-Pereda V. (2016). Determinación de actividad antioxidante en extractos acuosos de cedrón (*Aloysia Triphylla*). *Investigación y desarrollo en ciencia y tecnología de alimentos*, Vol. 1, No. 1, 824-829.
- Surendra Kr. Sharma*, Joginder Singh and Sumitra Singh, 2012 “Pharmacognostical and phytochemical investigation of *Euphorbia Prostrata* Ait.”. *International Journal Pharmaceutical Sciences and Research*, ; Vol. 3(4): 1043-1048
- Valenzuela-Soto, R., Jiménez-Villarreal, J., García-Garza, R., Betancourt-Martínez, N. D., Lozoya-Martínez, R., Almaráz-Celis, D., & Morán-Martínez, J. (2019). Evaluation of the Antioxidant Activity of *Cnidocolus chayamansa* (Chaya), *Euphorbia prostrata* (Herb of the Swallow) and *Jatropha dioica* (Drago blood) in Wistar rats Induced to Hyperglycemia. *International Journal of Morphology*, 37(1), 36-42.
- Zhang, Y.-J., Gan, R.-Y., Li, S., Zhou, Y., Li, A.-N., Xu, D.-P., Li, H.-B., 2015. Antioxidant phytochemicals for the prevention and treatment of chronic diseases. *Molecules* 20, 21138–21156.

Perfil de ácidos grasos y lípidos totales en la corteza de *Hintonia Latiflora*

Ernesto Alonso Lagarda-Clark^{1*},
Dalia Isabel Sánchez-Machado¹,
Jaime López-Cervantes¹,
Olga Nydia Campas-Baypoli¹

¹Instituto Tecnológico de Sonora,
Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias
✉* ernesto.lagarda171747@potros.itson.edu.mx

PALABRAS CLAVE: Copalquín, lípidos, cromatografía de gases

Introducción

La planta de *Hintonia Latiflora* (Rubiacea) es conocida tradicionalmente como copalquín. A esta planta se le atribuyen efectos benéficos ante enfermedades crónicas como hipertensión y diabetes (Figura 1). Las enfermedades cardiovasculares se perfilan dentro de las primeras causas de muerte a nivel mundial. Por lo tanto, es necesaria la búsqueda y caracterización bioquímica de plantas que sean fuentes de compuestos bioactivos para su uso en la medicina herbolaria. Los ácidos grasos poliinsaturados (PUFAS) tienen relevancia al mostrar efectos benéficos ante enfermedades cardiovasculares (Whelan *et al.*, 2013; Burns *et al.*, 2019). El objetivo de este estudio fue identificar a los ácidos grasos y contenido de lípidos totales en la corteza de tallos de *H. latiflora* mediante técnicas de cromatografía de gases.



Figura 1. Árbol y corteza de *H. latiflora*.

Metodología

Durante el ensayo se analizaron tres lotes de corteza todos recolectados de árboles de *H. latiflora* en Rosa-

rio Tesopaco, Sonora, México. Para la cuantificación de los lípidos totales, las muestras fueron extraídas cloroformo:metanol (2:1) y sonicación por 10 min, luego se centrifugaron. El procedimiento se repitió 3 veces, el sobrenadante total se evaporó a 75°C.

La identificación de los ácidos grasos, 0.75 g de muestra fueron extraídos con 3 mL de tolueno y 3 mL de HCl-metanol (5% v/v), seguido de agitación en vórtex. Después se calentó en un baño de agua por 2 h a 70 °C, el extracto fue enfriado a 25°C. Posteriormente, se añadieron 3 mL de K₂CO₃ 6% y 2 mL de tolueno y se agitó con vórtex. Después, las muestras se centrifugaron a 4000 rpm, la fase orgánica se separó y se secó con N₂SO₄. A continuación, el extracto se agitó en vórtex y se filtró con una membrana 0.45 µm. Finalmente, por cromatografía de gases se identificaron los ácidos grasos por comparación con el tiempo de retención de un patrón de referencia.

Resultados y discusión

En la Tabla 1 se presenta el contenido de lípidos totales y el perfil de ácidos grasos en la corteza. En la corteza de *H. latiflora* el contenido promedio de lípidos totales es del 32.68%. Por cromatografía de gases fue posible identificar dieciséis ácidos grasos. Además, cerca del 50% de los ácidos grasos son poliinsaturados y los menos abundantes son los ácidos grasos monoinsaturados. El ácido graso más abundante fue el ácido linoleico, que es del tipo poliinsaturado. Se han reportado en *Morella pubescens* y *Genipa americana*, familia Rubiaceae, ácidos grasos poliinsaturados, principalmente el ácido linoleico (Nivas, 2010; Ávila *et al.*, 2018).

Tabla 1. Contenido de lípidos y perfil de ácidos grasos en la corteza de *H. latiflora*.

	Lote 1	Lote 2	Lote 3
% Lípidos	35.28 ± 0.97	31.78 ± 1.42	30.98 ± 0.86
Ácidos grasos			
Saturados	32.31 ± 0.33	30.08 ± 0.44	31.93 ± 0.48
Monosaturados	18.56 ± 0.53	14.13 ± 0.19	12.62 ± 0.35
Poliinsaturados	49.12 ± 0.51	55.79 ± 0.51	55.45 ± 0.55

Conclusiones

La corteza del tallo de *H. latiflora* es fuente de lípidos totales y de ácidos grasos poliinsaturados. A estos componentes lipídicos se les puede contribuir

el potencial benéfico del copalquín ante enfermedades crónicas. Además, las técnicas de cromatografía de gases permiten la separación e identificación de ácidos grasos en la corteza de *H. latiflora*.

Referencias

- Ávila, O. V., Fernández, I. M., da Costa, H. N. R., de Melho Filho, A. A., dos Santos, R. C., & Ribeiro, P. R. E. (2018). Bromatological Analysis, Chemical Composition and Bioassays from the *Genipa americana* L. (Rubiaceae). *Journal of Agricultural Science*, 10(3), 244-252
- Burns, J. L., Nakamura, M. T., & Ma, D. W. (2018). Differentiating the biological effects of linoleic acid from arachidonic acid in health and disease. *Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids*, 135, 1-4.
- Nivas, d. (2010) analysis of fatty acids from *Morinda pubescens* seed oil using gc-fid. *International Journal of Pharma, Research & Development*, 2(6). 1-5
- Sánchez-Machado, D. I., López-Cervantes, J., Lopez-Hernandez, J., & Paseiro-Losada, P. (2004). Fatty acids, total lipid, protein and ash contents of processed edible seaweeds. *Food chemistry*, 85(3), 439-444.
- Whelan, J., & Fritsche, K. (2013). Linoleic acid. *Advances in Nutrition*, 4(3), 311-312.

Actividad antimicrobiana de extractos acuosos y metanólicos de Geranio Chino (*pelargonium sp*) en *escherichia coli* ATCC 25922

Elsa María Ozuena Romero¹,
Ana Karina Blanco Ríos^{1*},
Olga Nydia Campas Baypoli¹,
Ernesto Uriel Cantú Soto¹

¹Instituto Tecnológico de Sonora,
Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias
✉ *ana.blanco@itson.edu.mx

PALABRAS CLAVES: actividad antimicrobiana, *Pelargonium sp.*, geranio chino, *Escherichia coli* ATCC 25922

Introducción

En los últimos años ha surgido el interés por estudiar la llamada “resistencia antimicrobiana”, fenómeno que implica la resistencia de microorganismos a antibióticos a los que antes eran sensibles. Es por eso que en los últimos años se han realizado investigaciones orientadas a la búsqueda de nuevos antibióticos, siendo una de las alternativas principales el uso de sustancias antimicrobianas obtenidas a partir de plantas (Ahmad y col., 2018). Existen diversos reportes sobre la actividad antihelmíntica, antiparasitaria y antimicrobiana de extractos de plantas pertenecientes a la especie *Pelargonium*. Por lo anterior, en este trabajo se evaluó la actividad antimicrobiana de extractos metanólicos y acuosos de raíz, tallo y hojas de plantas de geranio chino (*Pelargonium sp.* en *Escherichia coli* ATCC 25922).

Metodología

Se prepararon infusiones acuosas (Casanova, 2012) y extractos metanólicos (metanol 80%) de hoja, tallo y raíz de geranio chino liofilizado. Los extractos metanólicos se sometieron a rotaevaporación para eliminar solvente y enseguida se liofilizaron para después resuspenderse en dimetilsulfóxido. El organismo seleccionado para evaluar la actividad antimicrobiana fue *Escherichia coli* ATCC 25922. La actividad anti-

microbiana de los extractos metanólicos e infusiones acuosas se probaron por la técnica de difusión en pozos (6 mm Ø, 18 µL), mientras que la actividad antimicrobiana de las infusiones acuosas se probó también por la técnica de Kirby Bauer, difusión en disco, (6 mm Ø, 10µL por disco). Se extrajo en condiciones de oscuridad. Se evaluó también la actividad de un aceite esencial comercial de geranio (*Pelargonium graveolens*) por la técnica de difusión en pozo. Se utilizaron agua y DMSO como blanco. Se utilizó una solución de gentamicina (10 mg/µL) como control positivo. Después de 24 horas de incubación (37°C), se revisó la presencia de halos alrededor del pozo o disco. Los halos se midieron con un vernier. Se reportó el tamaño del halo, la inhibición por contacto y el porcentaje de inhibición del crecimiento bacteriano con respecto a la gentamicina de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de inhibición} = \frac{\text{Ø halo extracto} - \text{Ø halo blanco}}{\text{Ø halo control positivo} - \text{Ø halo blanco}} * 100$$

Resultados y discusión

Las infusiones acuosas de tallo, raíz y hoja mostraron inhibición por contacto en la técnica de Kirby Bauer, mientras que no mostraron actividad por la técnica de difusión en pozos, excepto en el caso de la hoja que en donde pudo apreciarse un halo pequeño, no medible, con inhibición parcial del crecimiento. Pullagummi y col., (2014) y reportaron actividad antimicrobiana nula ante *E. coli.* en extractos acuosos de *P. graveolens*. Los extractos metanólicos de hoja y raíz formaron halos de inhibición de 0.35 m y 0.11 mm respectivamente. El extracto metanólico del tallo formó halos con inhibición parcial del crecimiento. Se calcularon porcentajes de inhibición con respecto a la gentamicina y estos resultaron ser 12% para hoja y 3.25% para raíz. El aceite esencial comercial de geranio no mostró actividad antimicrobiana. Los aceites esenciales deben su actividad antimicrobiana principalmente a la presencia de compuestos volátiles por lo que se ha reportado que técnicas con difusión por vapor son más efectivas para inhibir crecimiento de bacterias gram (+) aún con mayor intensidad que en bacterias gram (-) como *E. coli* (Boukhatem y col., 2013).

Conclusiones

Las infusiones acuosas y los extractos metanólicos de hoja, tallo y raíz de geranio chino (*Pelargonium* sp). mostraron actividad antimicrobiana ante *E. coli* ATCC 25922, los extractos metanólicos en mayor grado que las infusiones acuosas. El aceite esencial evaluado por la técnica de difusión en pozo no presentó actividad antimicrobiana, por lo que deberán probarse técnicas como la difusión en vapor para corroborar los resultados de este tipo de muestras, debido a que por el tipo de compuestos presentes y a su naturaleza volátil la técnica de difusión en pozo no es la más adecuada para evaluar actividad antimicrobiana en ellos.

Bibliografía

- Ahmad, K., Ali, A., Afridi, W. A., Somayya, R., & Ullah, M. J. (2018). Antimicrobial, hemagglutination and phytotoxic activity of crude ethanolic and aqueous extracts of *Seriphidium kurramense*. *Journal of Traditional Chinese Medicine*, 38(3), 433–438.
- Casanova, E. V. (2012). Cuantificación de flavonoides totales y taninos presentes en el extracto acuoso de hojas de *Thea sinensis* L. y su capacidad antioxidante. *UCV - SCIENTIA*, 4(2), 161–174.
- Pullagummi, C., Rao, N. B., Singh, B. C. S., Bheemagani, A. J., Kumar, P., Venkatesh, K., & Rani, A. R. (2014). Comparative studies on antibacterial activity of Patchouli [*Pogostemon cablin* (Blanco) Benth] and Geranium (*Pelargonium graveolens*) aromatic medicinal. *African Journal of Biotechnology*, 13(23), 2379-2384.
- Boukhatem, M. N., Kameli, A., & Saidi, F. (2013). Essential oil of Algerian rose-scented geranium (*Pelargonium graveolens*): Chemical composition and antimicrobial activity against food spoilage pathogens. *Food Control*, 34(1), 208–213.

Análisis de la familia de Genes de Sultr en genoma de *Phaseolus vulgaris* durante simbiosis micorrícica/rizobiana

Joaquín Alberto García Reynoso^{1*},
Kalpana Nanjareddy¹ y
Manoj-Kumar Arthikal¹

¹ Ciencias Agrogenómicas, Escuela Nacional de Estudios Superiores, UNAM,
✉ *albreyoso@comunidad.unam.mx

PALABRAS CLAVE: Micorriza, *Phaseolus vulgaris*, Rizobio, Simbiosis, SULTR

Introducción

El azufre (S) es un macronutriente esencial para la vida sana de las plantas ubicado en el cuarto lugar solo después de nitrógeno (N), el fósforo (P) y el potasio (K) (Anjum *et al.*, 2015; Vatansever *et al.*, 2016). Por su aporte en sus funciones metabólicas la familia SULTR ha sido caracterizada en varias especies de plantas, pero aún no se ha realizado un análisis de las mismas en *Phaseolus vulgaris*. Este nutriente lo obtienen del suelo, por lo que la planta crea una simbiosis con micorrizas y rizobios, creando así un establecimiento de factores vitales del ecosistema.

Metodología

Las secuencias de nucleótidos de la familia SULTR en *Phaseolus vulgaris* fue seleccionada mediante la homología con *Arabidopsis thaliana* en Phytozome v12 y del Banco de Genes del Centro Nacional para la Información Biotecnológica (NCBI, por sus siglas en inglés), obteniendo también las secuencias de las proteínas. Las secuencias proteicas se estudiaron mediante una relación filogenética, también se ubicaron en los 11 pares de cromosomas de *P. vulgaris* de acuerdo a Phytozome v12. Se caracterizaron por el número de hélices de transmembrana (TMH), las estructuras de los genes, los motivos y dominios. A partir de los datos de RNA-Seq, se examinó los perfiles de expresión de los genes PvSULTR durante la simbiosis micorrícica y rizobia con el frijol; y la ex-

presión en diferentes tejidos tomando los datos del atlas de *P. vulgaris* (<http://plantgrn.noble.org/Pv-GEA/>). Se construyeron con estos datos un mapa de calor con phyton.

Resultados y discusión

Nuestros resultados muestran 15 genes PvSULTR de esta familia, que portaban 12 hélices de transmembrana (TMH). El análisis de filogenia clasificó estos PvSULTR en 4 clados principales. Estas proteínas tienen 9 motivos diferentes en dos dominios, el primero fue el dominio Sulfate_transp (familia de la permeasa de sulfato; Pfam: PF00916) y el dominio STAS (transportador de sulfato y factor), comparando los datos encontrados sobre otros estudios (Akbudak *et al.*, 2018). En los perfiles de expresión los genes SULTR2 y 3 presentaron una mayor expresión durante la simbiosis en micorrícica y rizobia, respectivamente. Mientras que los genes, SULTR8 en simbiosis micorrícica, y el gen SULTR11 durante la simbiosis con rizobio, son los menores regulados.

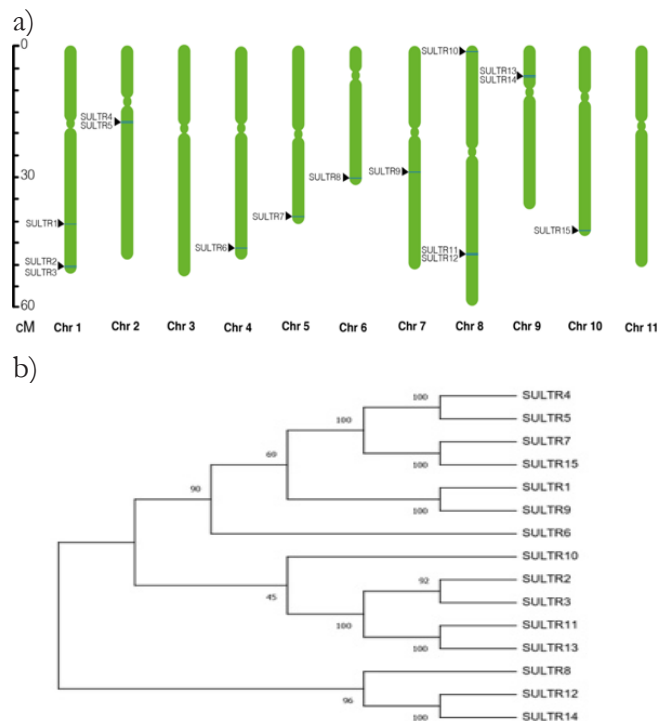


Figura 1. (a) Distribución cromosómica y (b) análisis filogenético de los 15 genes SULTR en *Phaseolus vulgaris*.

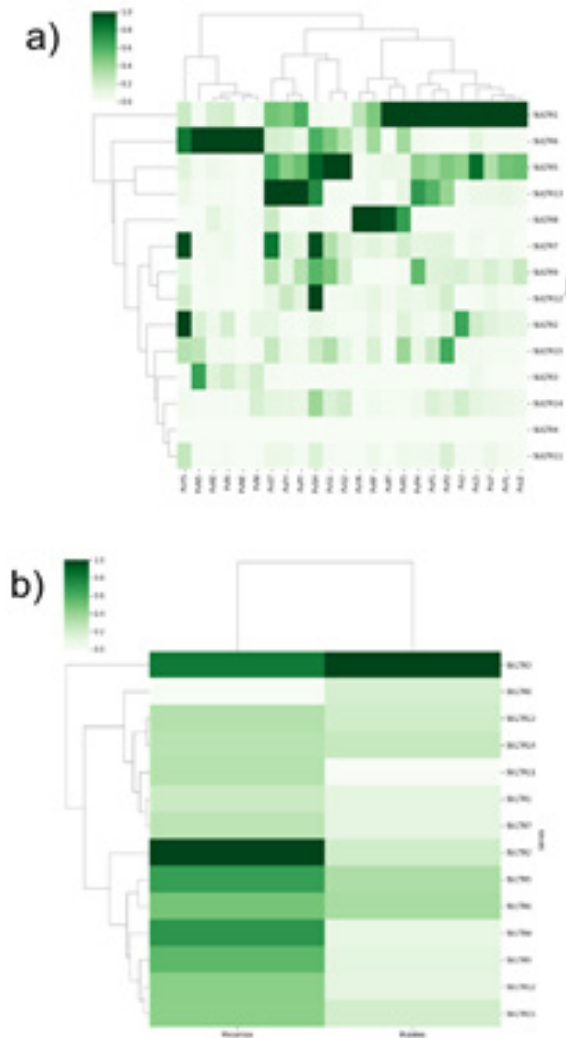


Figura 2. Perfiles de expresión in silico de los genes SULTR en *P. vulgaris* en (a) varios tejidos y durante la (b) simbiosis micorrizica y rizobio. Mapas de calor elaborados en phyton.

Conclusiones

En general, el análisis sistemático de la familia de genes PvSULTR proporciona información valiosa para futuros estudios sobre las funciones biológicas de los SULTR en varios tejidos de *Phaseolus* durante diversos procesos biológicos, incluida la simbiosis *Phaseolus*-micorrizas / rizobios.

Este trabajo fue apoyado por DGAPA-PAPIIT, UNAM no. IN213221 a M.-K.A, IN216321 a K.N; CONACYT 316538 a M.-K.A.

Referencias

Akbudak, M. A., Filiz, E., & Kontbay, K. (2018). Genome-wide identification and cadmium induced expression profiling of sulfate transporter (SULTR) genes in sorghum (*Sorghum bicolor* L.). *Biometals: An International Journal on the Role of Metal Ions in Biology, Biochemistry, and Medicine*, 31(1), 91–105.

Anjum, N. A., Gill, R., Kaushik, M., Hasanuzzaman, M., Pereira, E., Ahmad, I., Tuteja, N., & Gill, S. S. (2015). ATP-sulfurylase, sulfur-compounds, and plant stress tolerance. *Frontiers in Plant Science*, 6, 210.

Vatansver, R., Koc, I., Ozyigit, I. I., Sen, U., Uras, M. E., Anjum, N. A., Pereira, E., & Filiz, E. (2016). Genome-wide identification and expression analysis of sulfate transporter (SULTR) genes in potato (*Solanum tuberosum* L.). *Planta*, 244 (6).

Detectando *listeria monocytogenes* mediante PCR e Inmunoensayos NALF en matriz alimentaria al sur de Sonora

Raudel Izaid Alcalá Rosas¹,
Alejandro Miguel Figueroa López^{1*},
Ernesto Uriel Cantú Soto¹ y
Olga Nydia Campas Baypoli¹

¹Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias,
Instituto Tecnológico de Sonora
✉ *alejandro.figueroa@itson.edu.mx

PALABRAS CLAVE: Listeriosis, carne, zoonótico

Introducción

Listeria monocytogenes (*Lm*) es un patógeno zoonótico emergente de transmisión alimentaria con una patología asociada a meningitis, encefalitis, septicemia y suele encontrarse principalmente en productos cárnicos contaminados (Archer, 2018). En este estudio se estructuró un protocolo para la detección específica utilizando la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) punto final combinado con ensayos de ácidos nucleicos de flujo lateral (NALF) utilizando la cepa de *Lm* ATCC 7644 como control positivo y logrando su identificación en la matriz alimentaria con un nivel de detección de 1.5×10^8 UFC/g en un tiempo considerable.

Metodología

Extracción de ADN genómico. Se utilizó el kit comercial Wizard Genomic DNA (No. A1125) para Gram positivas. Posteriormente se midió la concentración, calidad del ADN en un equipo Nanodrop 2000c, la integridad se determinó mediante electroforesis en gel de agarosa y el resultado se documentó en un fotodocumentador DNR MiniBis pro.

Especificidad de la reacción. Los oligonucleótidos utilizados en este estudio fueron específicos para el gen listeriolisina O (*hlyA*) de *Lm*. Cada uno fue marcado con diferentes etiquetas para la detección posterior al PCR en el ensayo NALF1. Un oligonucleótido forward (LmA) marcado con fluoresceína 5'-/56-FAM/CGG AGG TCC CGC AAA GAT G-3' y el reverso con biotina 5'-/5Biosg/CCT CCA GAG

TGA TCG ATG TT-3'. La mezcla de PCR tuvo un volumen final de 12.5 μ L con Green Go Taq Flexi Buffer 5X, MgCl₂ 5 mM, dNTPs 10 mM, Go Taq DNA pol 5 U/ μ L, oligonucleótidos 10 μ M de cada uno y ADN genómico. La PCR se llevó a cabo en un termociclador punto final (SimpliAmp Thermal Cycle) con temperatura de anillamiento de 58°C/25 ciclos. Los experimentos fueron realizados por triplicado.

Ensayos NALF. Los productos de PCR se analizaron siguiendo dos estrategias para asegurar su funcionamiento y especificidad. Primeramente, con un gel de agarosa y en segundo lugar utilizando el sistema NALF de línea única (NALF1), del cual se tomó 2 μ L del producto de PCR diluido con 100 μ L de buffer NALF y se aplicó en la tira.

Ensayos en matriz alimentaria. La carne molida de cerdo se adquirió en establecimientos locales proveniente de rastros TIF. Se inoculó 1 g de carne molida de cerdo con 0.1 mL a una concentración de 1.5×10^8 UFC/mL de la cepa control *Lm* e incubó a 30°C por 24 h posterior a eso se realizó extracción de ADN para realizar su detección por PCR.

Resultados y discusión

Se realizó la amplificación de la región específica del gen *hlyA* de 230 pb, perteneciente al genoma de *Lm*. Así mismo, se realizó una doble comprobación con las tiras NALF1 obteniendo los mismos resultados. Para su correcto funcionamiento las tiras NALF requieren de un diseño adecuado de primer, ya que una amplificación inespecífica en la reacción puede resultar en un falso positivo. El acoplamiento de estas dos técnicas presenta una ventaja en tiempo y practicidad de detección. Estudios previos mostraron que patógenos como *Salmonella* spp. y *E. coli* pueden ser detectadas en un tiempo aproximado de 20 minutos partiendo de muestras de ADN previamente purificados (Bartsch *et al.*, 2015). En este trabajo de igual forma se logró detectar a *Lm* partiendo de muestras de ADN previamente purificadas y en la matriz alimentaria. Un punto importante para considerar es el límite mínimo de detección. Se obtuvo un amplicón al usar 3×10^6 y 3×10^5 copias del genoma, en la tira NALF se observa una línea de color rojo en las mismas concentraciones respectivamente, siendo más tenue la de menor concentración.

Aquí se logró detectar hasta 3×10^5 copias de ADN

genómico. Al momento no existen reportes sobre el uso de esta técnica con este patógeno. Para *Salmonella typhimurium* y *Escherichia coli* se reportan valores 3×10^2 tanto en la PCR en gel de agarosa y las tiras NALF (Kim *et al.*, 2019).

Los resultados para las pruebas del método en carne molida de cerdo se evaluó de momento en un nivel 1.5×10^8 UFC/g obteniendo de manera positiva la detección de este patógeno (Kim *et al.*, 2019).

Conclusiones

La combinación de las estrategias de PCR y ensayos NALF resulta un protocolo específico para la detección de *Lm* en carne molida de cerdo que puede ser empleado en las instalaciones del laboratorio implementado en el área de calidad de los rastros TIF en México, permitiendo mejorar el monitoreo del proceso, ajustando así sus planes de muestreo y con ello la toma de decisiones.

Referencias

- Archer, D. L. (2018). The evolution of FDA's policy on *Listeria monocytogenes* in ready-to-eat foods in the United States. *Current Opinion in Food Science*, 20, 64–68. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cofs.2018.03.007>
- Bartsch, M. S., Edwards, H. S., Lee, D., Moseley, C. E., Tew, K. E., Renzi, R. F., Van de Vreugde, J. L., Kim, H., Knight, D. L., & Sinha, A. (2015). The rotary zone thermal cycler: a low-power system enabling automated rapid PCR. *PloS One*, 10(3), e0118182.
- Kim, T. H., Hwang, H. J., & Kim, J. H. (2019). Ultra-Fast On-Site Molecular Detection of Foodborne Pathogens Using a Combination of Convection Polymerase Chain Reaction and Nucleic Acid Lateral Flow Immunoassay. *Foodborne Pathogens and Disease*, 16(2), 144–151. <https://doi.org/10.1089/fpd.2018.2500>

Identificación de *Salmonella* spp. por PCR en biosólidos de una planta tratadora de agua residuales

Elia Yeniva García Castro,
Andrés Francisco Chávez Almanza* y
Ernesto Uriel Cantú Soto

Instituto Tecnológico de Sonora,
Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias
✉ *andres.chavez@itson.edu.mx

PALABRAS CLAVE: Biosólidos, *Salmonella* spp, PTAR, PCR

Introducción

En el mundo y en México, la crisis de agua va en aumento, esto desencadena que la producción de los lodos residuales aumente de 640,000 toneladas en el 2011 hasta 880,000 toneladas en el año 2031 (Rojas R. *et al*, 2012). Para evitar contaminar el medio ambiente con los residuos ocasionados por los biosólidos, se opta por aprovecharlos siendo una alternativa más amigable y económica para la industria y la agricultura. En México se implementan metodologías con el fin de identificar ciertos patógenos en biosólidos como la *Salmonella* spp., establecida en la NOM-004-SEMARNAT-2002, con el fin de que los biosólidos sean reutilizados en diferentes actividades sin riesgo para la población, pero se necesita metodologías más rápidas, exactas y precisas para cuantificar e identificar este patógeno evitando ocasionar brotes de infecciones y/o, intoxicaciones directas en el ambiente y salud humana (Cachago M. P. *et. al*. 2016). Por lo antes mencionado, el objetivo del trabajo fue identificar la presencia de *Salmonella* spp, en muestras de biosólidos mediante técnicas de cuantificación tradicionales y moleculares para comprobar si cumple con las especificaciones de la NOM-004-SEMARNAT-2002.

Metodología

En utilizó una cepa de *Salmonella* spp. previamente identificada, y conservada a -70°C . La extracción de ADN se realizó con varios métodos para determi-

nar cuál es el más eficiente, por medio de columnas Qiagen, por hervido (protocolo BAM), por separación de fases (Raeder & Broda, 1985) adaptado a la bacteria de interés. Se realizó la cuantificación con NanoDrop 2000c, y un gel de agarosa para determinar la integridad. Se eligió el mejor método, y se continuó con la sensibilidad del termociclador, considerando la concentración de ADN ($\text{ng}/\mu\text{L}$) y se determinó el número de copias con calculadora científica “Science Primer” (<https://scienceprimer.com/copy-number-calculator-for-realtime-pcr>), después se realizaron diluciones seriadas y se realizó por triplicado la PCR para identificar el número mínimo de copias de ADN que puede detectar el termociclador. La especificidad se realizó mediante la PCR con rango de temperaturas de $53 - 58^{\circ}\text{C}$. Se seleccionó la mejor banda bien definida en gel de agarosa al 1% mediante electroforesis, se realizó un control negativo. Seleccionada la mejor temperatura se determinó la especificidad de oligonucleótidos con PCR en *L. monocytogenes*, *E. coli*, *S. aureus*, *P. aeruginosa*. La PCR se realizó en termociclador (Labnet MultiGene OptiMax), con una mezcla de $12.5\ \mu\text{L}$ como volumen de reacción (agua ultra pura, $3\ \mu\text{M}$ de MgCl_2 , $1\ \mu\text{M}$ de buffer 10X (MgCl_2), $0.2\ \mu\text{M}$ de dNTP's, $0.2\ \mu\text{M}$ de cada oligonucleótido, $0.1\ \mu\text{L}$ de Taq Polimerasa $5\ \text{U}/\mu\text{L}$ y $0.5\ \mu\text{L}$ de ADN con $30\ \text{ng}/\mu\text{L}$). Las condiciones de PCR son: desnaturalización inicial 95°C por 4 min, 30 ciclos a 95°C por 40 s de desnaturalización, 58°C por 30 s para anillamiento, elongación a 72°C por 2 min y una elongación final a 72°C por 5 min. Los oligonucleótidos empleados fueron ST11-F ($5' \text{GCC AAC CAT TGC TAA ATT GGC GCA}$) y ST15 ($3' \text{GGT AGA AAT TCC CAG CGG GTA CTG}$) generando un producto de 381 pb. Se realizó análisis con dos muestras de biosólidos de una PTAR de Cd. Obregón, una se contaminó con 0.1 mL de cultivo de *Salmonella* spp. de 24 h y la otra sin contaminar, usando la metodología de la NOM-004-SEMARNAT-2002 hasta el aislamiento en medios selectivos, las pruebas bioquímicas se sustituyeron por técnicas moleculares estandarizadas, hasta determinar el NMP/g.

Resultados y discusión

El método más eficiente de extracción, considerando la concentración y costo fue el de separación de

fases, dando resultado 2.5 y 3 ng/ μ L de concentración de ADN. Sánchez en el 2017, se hizo una extracción por el método de separación de fases donde se empleó la cepa Burkholderia cepacia (Gram -) y se obtuvo 2.45 ng/mL y 3.04 ng/mL, muy similar al obtenido en este estudio. La especificidad de los oligonucleótidos demostró que la mejor temperatura de anillamiento fue de 58°C, además se determinó que eran específicos solo para el patógeno Salmonella spp. Los resultados de sensibilidad del termociclador demostró que es posible amplificar hasta 1002, 883 y 1084 números de copias de ADN de Salmonella spp., lo que indica que con esa baja cantidad de ADN se puede obtener réplicas de interés. Los resultados obtenidos de las dos muestras de lodos de PTAR con el procedimiento descrito por la NOM-004-SEMARNAT-2002, con la modificación de identificación bioquímica por molecular, fue que la muestra contaminada dio como resultado >11 000 NMP/g y la muestra 2 dio resultado de <3 NMP/g (no detectable), En el 2019 Soto J. y colaboradores demostraron la incidencia de Salmonella spp en muestras de biosólidos de una Planta Tratadora de Aguas basándose en la misma norma donde se analizaron 4 muestras, y una de ella no tuvo la presencia del patógeno, 2 muestras fueron <300 y solamente una tuvo 1500 de NMP/g.

Conclusiones

Se demostró que el cambio del método bioquímico a molecular es adecuado, debido a que se demostró la presencia del patógeno Salmonella spp. en un lapso de tiempo más corto y más eficiente que el descrito en la NOM-004-SEMARNAT-2002.

Referencias

Cachago M. P. y Caguano C. D. (2016). Utilización de lodos de la planta de tratamiento de agua residual de la Empresa Franz Viegner FV. Área Andina S.A. para la elaboración de ladrillos artesanales. Tesis de grado, Quito: UCE.

NOM-004-SEMARNAT-2002. Protección ambiental. Lodos y biosólidos. Especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final.

Raeder U. & Broda P. (1985). Rapid preparation of ADN from filamentous fungi. Lett Appl Microbiol 1;17-20

Rojas R. & Mendoza E L. (2012). Utilización de biosólidos para la recuperación energética en México. Producción + Limpiar, 7 (2), 74- 94.

Sánchez C. (2017). Identificación molecular del complejo Burkholderia cepacia, bacteria productora de antibióticos, mediante PCT en tiempo real [Tesis de Licenciatura, Universidad Politécnica Salesiana.

Carvacrol como inhibidor de formación de biopelículas de *Escherichia coli* O157:H7

Daniel Armando Nájera Encinas^{1*},
Melvin Roberto Tapia Rodríguez¹,
Ernesto Uriel Cantú Soto¹,
Alejandro Miguel Figueroa López¹ y
Olga Nydia Campas Baypoli¹

¹Instituto Tecnológico de Sonora,
Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias
✉ *daniel.najera107416@potros.itson.edu.mx

PALABRAS CLAVE: Carvacrol, anti-virulencia, poblaciones bacterianas.

Introducción

Escherichia coli enterohemorrágica es productora de toxinas shiga siendo un patógeno zoonótico transmitido por la ingesta de agua y alimentos que puede causar desde una diarrea simple hasta colitis hemorrágica y síndrome urémico hemolítico. A este grupo pertenecen varios serotipos, siendo O157:H7 el más asociado a grandes brotes y enfermedades en varios países (Smith *et al.*, 2014). En la naturaleza *E. coli* O157:H7 se encuentran consorcios microbianos llamados biopelículas, los cuales le confieren resistencia a los sanitizantes comúnmente utilizados en la industria alimentaria. Actualmente, se proponen alternativas naturales para el control de estos agregados bacterianos, donde destaca el uso de aceites esenciales. En este contexto, el carvacrol componente mayoritario del aceite esencial de orégano ha presentado potencial antimicrobiano contra bacterias patógenas de interés alimentario (García-Salinas *et al.*, 2018). Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue evaluar concentraciones inhibitorias de carvacrol que afecten la formación de biopelículas en acero inoxidable y motilidad bacteriana de *E. coli* O157:H7.

Metodología

Determinación de las concentraciones mínimas inhibitorias, bactericidas y de formación de biopelículas de carvacrol contra *E. coli* O157:H7.

Se utilizó un ensayo de dilución en microplaca donde se evaluaron diferentes concentraciones de carvacrol (0.1-0.2 mg/mL) utilizando tubos de ensayo con 6 mL de caldo Mueller-Hinton con un inóculo de *E. coli* O157:H7 ajustado a 108 UFC/mL incubados a 37 °C por 24 h (Burt *et al.*, 2005). Posteriormente, se consideró los pocillos donde no se presentó turbidez como posible inhibición y se confirmó al sembrar 20 µL de cada tratamiento en placas de agar Mueller-Hinton incubados a 37 °C por 24 h y se enumeraron las colonias viables. Cada etapa se repitió por triplicado. Para la inhibición de formación de biopelículas, se localizó la dosis más baja de carvacrol para inhibir la adhesión bacteriana en superficies de acero inoxidable. En tubos con 6 mL de caldo Mueller-Hinton previamente inoculados con 106 UFC/mL que contenían cupones de acero inoxidable 304 (1x1x0.1 cm), se agregaron distintas concentraciones de carvacrol y se incubaron a 37°C (Kerekes *et al.*, 2013)juniper, lemon and marjoram essential oils (EOs. Posteriormente, se midió la densidad celular en el caldo de cultivo en placas de Mueller-Hinton incubadas a 37°C por 24 h; por otra parte, los cupones se removieron del medio de cultivo y se lavaron con buffer de fosfatos estéril (0.9%), para remover las células débilmente agregadas al acero. Los cupones se colocaron en 5 mL de solución salina estéril y fueron sometidos a un baño con ultrasonido (40 kHz) por 5 minutos para liberar las células adheridas en biopelícula, estas fueron enumeradas en placas de agar Mueller-Hinton incubadas por 24 h a 37°C. Por último, la concentración que inhibió el crecimiento de bacterias adheridas se determinó como la concentración mínima inhibitoria de formación de biopelículas. Cambios en la motilidad de *E. coli* O157:H7 expuesta al carvacrol

Este ensayo se realizó partiendo de cultivos de *E. coli* O157:H7 (108 UFC/mL) en 6 mL de caldo Mueller-Hinton expuestos a carvacrol posteriormente fueron inoculados 100 µL al centro de placas de agar Mueller-Hinton semisólido (0.5% agar) incubadas a 37 °C por 24 h. Finalmente se midió el área de propagación del crecimiento de las bacterias con un vernier, expresando los resultados en mm.

Resultados y discusión

La concentración mínima inhibitoria del carva-

crol contra *E. coli* O157:H7 fue de 0.15 mg/mL y la mínima bactericida de 0.17 mg/mL. Además, se observó que con dosis de 0.15 mg/mL ocurre una reducción de 2 Log UFC/cm² con respecto al control sin estímulo en la adhesión a cupones de acero inoxidable sin afectar la viabilidad celular, siendo la concentración mínima inhibitoria la que tuvo un mayor impacto. Por otra parte, el carvacrol afectó la motilidad de células de *E. coli*, siendo las dosis de 0.07 y 0.15 mg/mL las que redujeron significativamente la motilidad de este patógeno, es importante mencionar que al inhibir este factor de virulencia se puede afectar directamente otros factores como la formación de biopelículas.

La capacidad antimicrobiana del carvacrol sobre células de *E. coli* se puede atribuir a sus características hidrofóbicas ya que este compuesto posee afinidad por las membranas bacterianas (Burt *et al.*, 2005). Los resultados anteriores demuestran el potencial antibacteriano del carvacrol contra células planctónicas y embebidas de *E. coli* lo cual destaca la importancia de elucidar los posibles mecanismos de acción de este terpeno sobre la virulencia de estas bacterias patógenas.

Conclusiones

El carvacrol es un antimicrobiano efectivo contra células de *E. coli* O157:H7 planctónicas y agregadas en biopelículas, además de disminuir su motilidad y adhesión en superficies de acero inoxidable.

Referencias

Burt, S. A., Vlieland, R., Haagsman, H. P., & Veldhuizen, E. J. A. (2005). Increase in activity of essential oil components carvacrol and thymol against *Escherichia coli* O157:H7 by addition of food stabilizers. *Journal of Food Protection*, 68(5), 919–926. <https://doi.org/10.4315/0362-028X-68.5.919>

García-Salinas, S., Elizondo-Castillo, H., Arruebo, M., Mendoza, G., & Irusta, S. (2018). Evaluation of the antimicrobial activity and cytotoxicity of different components of natural origin present in essential oils. *Molecules*, 23(6), 1–18. <https://doi.org/10.3390/molecules23061399>

Kerekes, E. B., Deák, É., Takó, M., Tserennadmid, R., Petkovits, T., Vágvölgyi, C., & Krisch, J. (2013). Anti-biofilm forming and anti-quorum sensing activity of selected

essential oils and their main components on food-related micro-organisms. *Journal of Applied Microbiology*, 115(4), 933–942. <https://doi.org/10.1111/jam.12289>

Smith, J. L., Fratamico, P. M., & Gunther, N. W. (2014). Shiga toxin-producing *Escherichia coli*. In *Advances in Applied Microbiology* (1st ed., Vol. 86). Copyright © 2014 Elsevier Inc. All rights reserved. <http://doi.org/10.1016/B978-0-12-800262-9.00003-2>

Identificación de bacterias participantes en la degradación del colorante rojo *allura* en agua residual

Rosy Lizeth Insunsa Amaya^{1*},
Edna Rosalba Meza Escalante¹,
Andrés Francisco Chávez Almanza¹ y
Ernesto Uriel Cantú Soto¹

¹Instituto Tecnológico de Sonora,
Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias
✉ *lizeth.insunsa@outlook.com

PALABRAS CLAVE: Colorantes azoicos, degradación, microorganismos, agua residual

Introducción

La contaminación de los recursos acuáticos por la descarga de aguas residuales (AR) de las industrias se ha convertido en un motivo de grave preocupación mundial (Guadie *et al.*, 2017; Mahmood *et al.*, 2017). Estas AR contienen colorante tipo azoico (CA) que son la clase más comúnmente usada en la industria textil y alimentaria. Estos representan el 70% de su aplicación, produciendo 700 000 toneladas/año (Guadie *et al.*, 2017). Los CA se caracterizan por la presencia de un doble enlace nitrógeno-nitrógeno (–N=N–) y anillos aromáticos y están diseñados para ser química y fotolíticamente estables, siendo altamente persistentes en ambientes naturales (Guadie *et al.*, 2017), por lo que genera el problema en la transparencia del agua, la apariencia estética, obstrucción al penetrar la luz y la transferencia de oxígeno a los cuerpos de agua (Liu *et al.*, 2017). Se han utilizado diversas estrategias para el tratamiento de agua residual que contenga este tipo de efluente, siendo los más comunes los tratamientos biológicos que tiene grandes ventajas para la degradación de estos colorantes (Liu *et al.*, 2013; Mahmood *et al.*, 2017). Debido a la importancia de estos procesos, el objetivo del presente estudio es determinar la presencia de tres géneros de bacterias (*Bacillus* spp., *Klebsiella* spp., y *Pseudomonas* spp.) en un consorcio metanogénico (etapa 1) y determinar si están presentes en un proceso biológico continuo de degradación del colorante Rojo Allura (CRA) (etapa 2).

Metodología

El AR utilizada es sintética, la cual simula concentraciones utilizadas de CRA, el consorcio proviene de una empresa cervecera local. Se utilizó un bioreactor UASB a nivel laboratorio, con un volumen de: 1.135 L y TRH 1.83 d. Se realizó para la etapa 1, la determinación de demanda química de oxígeno (DQO) por el método de HACH. El aislamiento bacteriano se realizó por el método descrito por Meerbergen *et al.*, (2018) modificado. Por otra parte, la identificación de las bacterias se realizó mediante siembra por medios selectivos, además de identificación morfológica microscópica usando la tinción de Gram. En la etapa 2, la cuantificación de color se realizó mediante espectrofotometría de UV-visible. El aislamiento e identificación bacteriana para esta etapa se siguió con los mismos métodos descritos anteriormente.

Resultados y discusión

El porcentaje de remoción para la etapa 1 alcanzó el 94 % de eficiencia. En cuanto a la remoción de CRA (etapa 2), se obtuvo un porcentaje del 90 ± 3.40 . En caso de los microorganismos presentes en la etapa 1 y etapa 2 persiste el género de *Pseudomonas* spp. y *Bacillus* spp., siendo capaces de degradar los CA. Liu y colaboradores en el 2017 obtuvieron un porcentaje de remoción del 89.97 para *Bacillus circulans* BWL1061 y Mishra & Maiti en su estudio del 2018, obtuvieron 86.08 ± 98.61 % de eficiencia por *Pseudomonas aeruginosa* 23N1.

Conclusiones

Los tratamientos biológicos para el AR con presencia del CRA es una alternativa viable, ya que los microorganismos son capaces de remover casi en su totalidad este tipo de efluente en poco tiempo, además de contribuir al bajo impacto del medio ambiente.

Referencias

- Guadie, A., Tizazu, S., Melese, M., Guo, W., Ngo, H. H., & Xia, S. (2017). Biodecolorization of textile azo dye using *Bacillus* sp. Strain CH12 isolated from alkaline lake. *Biotechnology Reports*, 15, 92– 100. DOI: 10.1016/j.btre.2017.06.007
- Liu, W., Liu, C., Liu, L., You, Y., Jiang, J., Zhou, Z., & Dong, Z. (2017). Simultaneous decolorization of sulfonated

azo dyes and reduction of hexavalent chromium under high salt condition by a newly isolated salt-tolerant strain *Bacillus circulans* BWL1061. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 141, 9– 16. DOI: 10.1016/j.ecoenv.2017.03.005

Mahmood, F., Shahid, M., Hussain, S., Shahzad, T., Tahir, M., Ijaz, M., & Babar, S. A. K. (2017). Potential plant growth-promoting strain *Bacillus* sp. SR-2-1/1 decolorized azo dyes through NADH-ubiquinone: Oxidoreductase activity. *Bioresource Technology*, 235, 176–184. DOI: 10.1016/j.biortech.2017.03.098

Meerbergen, K., Willems, K. A., Dewil, R., Van Impe, J., Appels, L., & Lievens, B. (2018). Isolation and screening of bacterial isolates from wastewater treatment plants to decolorize azo dyes. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 125(4), 448–456. doi:10.1016/j.jbiosc.2017.11.008

Mishra, S., Maiti, A. (2018). Optimization of process parameters to enhance the bio-decolorization of Reactive Red 21 by *Pseudomonas aeruginosa* 23N1. *Int. J. Environ. Sci. Technol.* 16, 6685–6698 (2019). <https://doi.org/10.1007/s13762-018-2023-1>

Producción de enzimas celulolíticas y xilanolíticas por cepa nativa del Valle del Yaqui sobre paja de trigo

Sara Roxana Maldonado Bustamante^{1*},
Saul Ochoa Peña^{1 e}
Iram Mondaca Fernández¹

^aInstituto Tecnológico de Sonora.
Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias
✉ *sara.maldonado@itson.edu.mx

PALABRAS CLAVE: actividad enzimática, hongos nativos, xilanasas, paja de trigo.

Introducción

La lignocelulosa es la fuente de biomasa más abundante en la naturaleza, la cual podemos encontrar en residuos agrícolas como la paja de trigo. Al ser una matriz de tres polímeros (celulosa, hemicelulosa y lignina) existen diferentes métodos para extraer la lignina. Los métodos biológicos como el uso de hongos generalmente de pudrición blanca y menor medida cepas endófitas son usados para degradar la lignina y liberar la celulosa y hemicelulosa (Li *et al*, 2011). El objetivo de este trabajo fue determinar la actividad celulolítica y xilanolítica de la cepa nativa *Stachybotrys chartarum* (Sc), mediante la determinación de azúcares reductores, tomando como referencia la actividad enzimática de *Pleurotus ostreatus* (Po).

Metodología

Se utilizaron cepas de los hongos Sc y Po, siendo conservadas en agar extracto de malta (AEM) a 30°C. Para el crecimiento en sustrato sólido, se utilizó paja de trigo de la variedad CIRNO del Valle del Yaqui, de los que se tomaron 3 g secos de paja, cortados a 2 cm, con una humedad de 1:4 S/L con solución nutritiva (Thakur *et al*, 2013); para iniciar el crecimiento, cada matraz fue inoculado con cinco discos de 1 cm² del hongo sobre AEM, las temperaturas de estudio para la fermentación del sustrato fueron de 30° y 32°C. Su extracción enzimática fue por extracción con buffer de acetatos 50 mM a pH 5 por dos horas a 150 r.p.m. Ya realizada la extracción,

el líquido fue filtrado y centrifugado a 8500 r.p.m. por 15 minutos; el muestreo se llevó a cabo los días 3, 6 y 9. Las actividad enzimática xilanasas y celulasas se determinó por la concentración de azúcares reductores por el método de Miller (1959), utilizando en el caso de xilanasas 0.5% de xilano como sustrato y en celulasas (endoglucanasas) 0.1% de solución de Carboximetilcelulosa (CMC) al 1%.

Resultados

En la Figura 1(A y B) se muestra la producción de celulasas y xilanasas por la cepa nativa Sc y la cepa Po excretadas en la incubación con paja de trigo por 9 días con diferentes temperaturas de fermentación. Las xilanasas tuvieron su máxima actividad a 30°C al noveno día con Sc con 10.12±1.51 UI/gss (gramo de sustrato seco) y en segundo lugar a los tres días a 32°C con Po con 8.79±0.51UI/gss (figura 1A). En el caso de endoglucanasas, en ambas cepas se tuvo mayor actividad a los tres días de fermentación a 32°C siendo más alta para Po con 18.19± 1.22 UI/gss. (figura 1B).

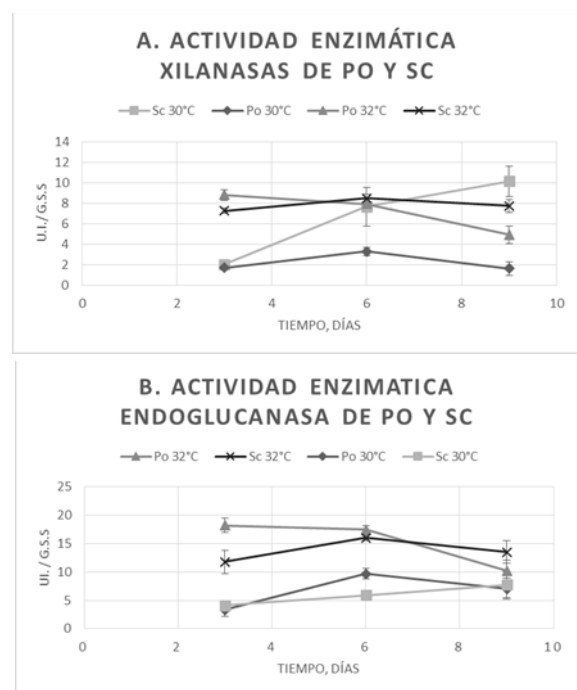


Figura 1. A. Actividad enzimática de xilanasas a 30 y 32°C por *Pleurotus ostreatus* (Po) y *Stachybotrys chartarum* (Sc) sobre fermentación en paja de trigo. B. Actividad enzimática de endoglucanasas a 30 y 32°C por *Pleurotus ostreatus* y *Stachybotrys chartarum* sobre fermentación en paja de trigo.

Se han realizado estudios, con paja de trigo, utilizando Sc y Po donde las actividades xilanolíticas y celulíticas son menores que las reportadas en este estudio (Andersen *et al.*, 2016; Singh, 2014). En base a lo anterior, puede decirse, que el resultado obtenido en este trabajo es prometedor dado a que las cepas son buenas productoras de enzimas ya que en ambas temperaturas probadas se superan las actividades reportadas en otros trabajos de investigación.

Conclusiones

Se logró obtener enzimas xilanolíticas y celulíticas de la cepa nativa y de *Pleurotus ostreatus* a diferentes temperaturas, siendo en el caso de endoglucanasas que presentó mejor actividades para ambas cepas a temperaturas 32°C en fermentación. Respecto a Xilanasas, el comportamiento fue dinámico respecto a los días de fermentación y la temperatura de incubación.

Referencias

- Li P P, Wang XJ, Yuan X F, Wang X F, Cao Y Z et al (2011) Screening of a Composite Microbial System and Its Characteristics of Wheat Straw Degradation. *Agricultural Sciences in China*, 10(10): 1586-1594
- Thakur S, Shrivastava B, Ingale S, Kuhad R, Gupte A. (2013) Degradation and selective ligninolysis of wheat straw and banana stem for an efficient bioethanol production using fungal and chemical pretreatment. *Biotech*
- Miller GL (1959) Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Anal Chem* 31:426–428
- Andersen B, Paulsen R, Hanse GH (2016) Cellulolytic and xylanolytic activities of common indoor fungi. *International Biodeterioration & Biodegradation* 107: 111-116
- Pandey VK y Singh MP (2014) Biodegradation of wheat straw by *Pleurotus ostreatus*. *Cell. Mol. Biol.* 60 (5): 29-34

Efecto del tiempo de calentamiento sobre hidrolizado de vísceras de pollo glicado vía reacción de Maillard

Juan Bautista Flores Quezada¹,
Alma Guadalupe Villa Lerma^{1*},
Roberto Rodríguez Ramírez¹,
Rigoberto Plascencia Jatomea¹,
Luz Angélica Ávila Villa² y
Jesús Roberto Kinijara Morales¹

¹ Instituto Tecnológico de Sonora,

Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias

² Universidad de Sonora, Departamento de Ciencias de la Salud, Campus Ciudad Obregón

✉ *alma.villa@itson.edu.mx

PALABRAS CLAVE: Proteína, pardeamiento no enzimático, desecho avícola

Introducción

Durante la reacción de Maillard (RM) se generan diversos productos (iniciales, intermedios y finales), originándose a partir de la transformación equimolar del grupo amino de un aminoácido, péptido o proteína con el grupo carbonilo de un azúcar reductor. En la industria agroalimentaria, la optimización y estandarización de los cambios de la RM es de gran importancia, ya que es causante tanto de características indeseables (pérdida de nutrientes, formación de productos tóxicos y generación de aromas y sabores desagradables) como de atributos deseados (rasgos organolépticos agradables, actividades biológicas, propiedades funcionales tecnológicas, etc.). El alto consumo de los productos avícolas genera diversos subproductos y desechos, ejemplos de éstos son las vísceras de pollo. Un manejo inadecuado de estos residuos puede ocasionar problemas ambientales y de salud; sin embargo, si son tratadas adecuadamente, se reduciría el problema contaminante y se obtendrían subproductos de alto valor. El objetivo del presente estudio fue ratificar la reactividad de glucosa con hidrolizado de vísceras de pollo mediante el registro del cambio de color y el contenido de grupo amino

residual en consideración al potencial funcional de los productos obtenidos.

Metodología

Las vísceras de pollo fueron adquiridas en un supermercado local en Cd. Obregón, Sonora, México. El hidrolizado proteico de vísceras de pollo (HPVP) se realizó según Jamdar & Harikumar, (2008). El contenido de grupos amino libres fue determinado como Laroque, *et al.*, (2008), con modificaciones. Se mezclaron HPVP (50 µL, dilución 1/100) con 1 mL de reactivo OPA. La mezcla se agitó e incubó 2 minutos previo registro de absorbancia (340 nm). El contenido de amino libre se reportó como equivalente de L-Isoleucina (estándar 0-5 mM). Para realizar la glicación, vía RM, el HPVP se mezcló con glucosa en una relación equimolar (294.3 mM). La mezcla fue calentada mediante un horno de precisión a 90 °C, donde se tomó una alícuota de 1 mL cada hora por 10 horas. La reacción fue mitigada por inmersión en agua ($\approx 0^\circ\text{C}$) (Mondaca-Navarro, *et al.*, 2020 modificado). Para la determinación de productos intermedios y finales de glicación avanzada (AGEs) se registró la absorbancia a 294 nm y 420 nm respectivamente como se cita en Mondaca-Navarro, *et al.*, 2020. El % de glicación fue determinado según Laroque, *et al.*, (2008), donde se expresaron los datos como mM equivalentes de L-Isoleucina en comparación con el contenido de las muestras sin azúcar reductor. El análisis estadístico se realizó mediante ANOVA unifactorial para comparar las medias de % glicación de las muestras (P-valor <0.05 con la prueba de Tukey).

Resultados y discusión

El cambio de color es consecuencia directa de la RM. En la Figura 1, se aprecia el aumento gradual de productos intermedios (Abs_{294}) y finales (Abs_{420}) con relación al tiempo. Por su parte cuando el control (HPVP sin glucosa) se calentó, no mostró un aumento en el color. La intensidad del color siguió la tendencia reportada por Laroque *et al.*, (2008), un aumento de la Abs_{420} para glicoconjugados de hidrolizado de camarón con glucosa.

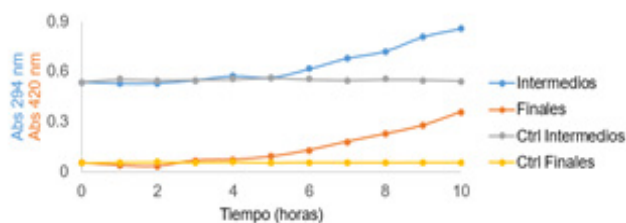


Figura 1. Formación de productos AGEs.

El HPVP con glucosa calentado por 10 horas tuvo un % de glicación de 15.3 %, no presentó diferencia significativa con los tratamientos calentados 1, 3, 6, 7 y 9 horas. Para todos los demás sistemas el número de grupos amino libres disminuyó ligeramente. Durante la RM, tanto los grupos α -aminos terminales de aminoácidos y péptidos como los grupos ϵ -NH₂ de la lisina (incluso de proteínas en forma secundaria y terciaria) reaccionan con el grupo carbonilo de azúcares reductores. Así, la falta de grupos aminos es un indicador de la RM. Pero, el método OPA mediante espectrofotometría UV-VIS presenta desventajas (interferencias por azúcares) (Laroque *et al.*, 2008). Conclusión. Se ratifica la obtención de productos de la RM a partir de glucosa con HPVP debido al incremento del pardeamiento en correspondencia al tiempo de calentamiento. Este estudio permite recomendar la determinación del % de glicación mediante el método OPA utilizando fluorimetría.

Referencias

- Mondaca-Navarro, B.A., Torres-Arreola, W., Ávila-Villa, L.A., Villa-Lerma, G., Hernández-Mendoza, A., Wall-Medrano, A. y Rodríguez-Ramírez, R. (2020).
Obtention of glycoconjugates of marine origin via Maillard reaction. *J Sci Food Agric*,100(7):3228-3235.
- Jamdar, S.N. & Harikumar, P. (2008). A rapid autolytic method for the preparation of protein hydrolysate from poultry viscera. *Bioresource Technology*, 99:6934-6940.
- Laroque, D., Inisan, C., Berger, C., Vouland, E., Dufossé, L. & Guérard, F. (2008). Kinetic study on the Maillard reaction. Consideration of sugar reactivity. *Food Chemistry*, 111: 1032–1042.

Evaluación del riesgo en salud en niños expuestos a polvos, en el sur de Sonora

Ma. Mercedes Meza M^{1*},
Anaid Estrada Vargas¹,
Laura E. Celis Guerrero¹,
Paloma Beamer²,
José J Balderas Cortés¹ e
Iram Mondaca Fernández¹

¹Instituto Tecnológico de Sonora,
Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias

²University of Arizona,
Mel and Enid Zuckerman College of Public Health

✉ *mmeza@itson.edu.mx

PALABRAS CLAVE: riesgo en salud, exposición, arsénico, niños, polvo

Introducción

El arsénico es el elemento que se encuentra en el primer lugar de la Lista de Sustancia Prioritarias para ser estudiado, por su efectos no cancerígenos y cancerígenos para el humano (ATSDR, 2016). La principal ruta de transporte del metaloide es el agua potable y alimentos, pero poco se ha estudiado la exposición a suelo y polvos (García-Rico *et al.*, 2019). Considerando que Sonora es una zona desértica, donde se favorece la re-suspensión de polvos, y debido a que no existen estudios sobre los contaminantes que estos polvos son capaces de transportar y los efectos adversos que estos ocasionan a la población expuesta en comunidades vulnerables, el objetivo del presente estudio fue evaluar el riesgo a la salud en niños expuestos a arsénico a través de polvos de interior y exterior, en el sur de Sonora.

Metodología

Se incluyeron 146 participantes con estudios previos relacionados a la exposición de arsénico en agua de pozo con la finalidad de evaluar si el riesgo a la salud es igual o mayor a la exposición de polvos.

Las muestras de polvo se homogeneizaron y tamizó, siendo fraccionada hasta una partícula de <20 mm, con el método reportado por Beamer y colaboradores en 2016. El As en polvo se analizó utilizando es-

pectrometría de masas por plasma acoplado inductivamente (7700x ICP-MS, Agilent Technologies) con un límite de detección 0.194 µg/g.

El análisis de riesgo de riesgo carcinogénico y no carcinogénico de arsénico en polvos se estimó de acuerdo con el modelo de evaluación de riesgos para la salud de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA, 2011).

Resultados y discusión

Para las tres comunidades: Pótam, Vícam y Cócorit, los niveles de arsénico en el polvo interior (< 20 mm) presentó valores de 3.6 a 23.2 mg/g, mientras que el polvo exterior (<20 mm) tuvo valores mínimos y máximos de 4.3 a 20.6 mg/g, respectivamente. El polvo exterior presentó mayores concentraciones comparadas con el polvo interior (media:10.6 vs 12.3 mg/g). En referencia al riesgo a la salud no cancerígeno, los valores obtenidos de Cociente Hazard (HQ) para Pótam, Vícam y Cócorit fueron: HQ=1.88x10⁻¹, HQ=1.04x10⁻¹ y 1.91x10⁻¹ para polvo interior y HQ=2.39x10⁻¹, HQ=1.07x10⁻¹ y HQ=2.11x10⁻¹ para polvo exterior. En algunos sitios HQ fue mayor a 1, que representa riesgo, de desarrollar enfermedades crónicas. De la misma forma, para riesgo cancerígeno (CR), Pótam, Vícam y Cócorit, tuvieron valores de CR=8.46x10⁻⁵, CR=4.66x10⁻⁵ y CR=8.61x10⁻⁵ para polvo interior y CR=1.07x10⁻⁵, CR=4.28x10⁻⁵ y CR=9.49x10⁻⁵ para polvo exterior, en todos los casos los valores fueron mayores a los establecidos por la EPA (1x10⁻⁶ a 1x10⁻⁴). Acorde al método Delphi (Li *et al.*, 2017), los CR obtenidos para las tres comunidades se clasificaron en el nivel V, indicando un riesgo de cáncer medio-alto.

Conclusiones

El riesgo no cancerígeno en los niños de algunas comunidades fue mayor al permisible, además el riesgo de cáncer por exposición a polvos en los niños del sur de Sonora se clasificó en un nivel moderado, por lo que es urgente tomar medidas de intervención para disminuir la exposición a arsénico por esta ruta ambiental. Como sugerencia, se pudiera iniciar con la pavimentación de las calles de esas comunidades.

Referencias

- Beamer, P., et al. (2016). Association of children's urinary CC16 levels with arsenic concentrations in multiple environmental Media. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 13(5), 521. <https://doi.org/10.3390/ijerph13050521>
- EPA. (2011) Exposure Factors Handbook: 2011 Edition. National Center for Environmental Assessment, Washington, DC; EPA/600/R-09/052F. Recuperado de The National Technical Information Service, Springfield, VA, y en línea en <http://www.epa.gov/ncea/efh>.
- García-Rico, L., et al. (2018). Health risk assessment and urinary excretion of children exposed to arsenic through drinking water and soils in Sonora, Mexico. *Biological Trace Element Research*, 187(1), 9–21. <https://doi.org/10.1007/s12011-018-1347-5>
- Li, F., et al. (2017). Spatial distribution and fuzzy health risk assessment of trace elements in surface water from Honghu Lake. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14(9), 1011. <https://doi.org/10.3390/ijerph14091011>

Extracción y cuantificación de enzimas lacasas del hongo *Pleurotus Ostreatus* cultivado en paja de trigo

Yaresly Lopez Encinas¹,
Karla Gastelum Gonzalez¹,
Victor Lopez Nides¹,
Sara Roxana Maldonado Bustamante¹ y
Iram Mondaca Fernández^{1*}

¹Instituto Tecnológico de Sonora,
Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias
✉ *iram.mondaca@itson.edu.mx

PALABRAS CLAVE: *Pleurotus ostreatus*, lacasa, residuo lignocelulósico

Introducción

Mundialmente cada año se generan grandes cantidades de residuos de las cosechas agrícolas, se estima que el 80% de los residuos agrícolas de los países en vías de desarrollo son quemados (Vargas *et al.*, 2001). A estos residuos lignocelulósicos se les puede dar valor agregado mediante el cultivo de hongos *Pleurotus ostreatus*. Este hongo posee la capacidad de degradar grandes polímeros (lignina y celulosa), La efectividad de esta degradación depende en gran medida de las oxidoreductasas extracelulares y de los metabolitos secundarios de bajo peso molecular entre estas las enzimas lacasa (Manjarrés *et al.*, 2010). Las lacasas en los hongos se relacionan con la morfogénesis, la pigmentación de los conidios, el desarrollo de cuerpos fructificantes y la protección frente a compuestos fenólicos tóxicos liberados durante la degradación de la lignina (Archibald *et al.*, 1997). El objetivo de este trabajo es extraer enzimas lacasas producidas por el hongo *Pleurotus ostreatus* en paja de trigo, en un experimento, para su cuantificación.

Metodología

Cultivo de Pleurotus ostreatus en paja de trigo. Se tomó 1 Kg de paja de trigo y se le dio un tratamiento alcalino, inoculándose con micelio de *Pleurotus ostreatus*, obtenido de una cepa comercial creciendo en granos de trigo. Se incubaron las bolsas por 20

días a 28 °C aproximadamente, en la oscuridad y se esperó a que aparecieran los primordios.

Extracto enzimático. Se pesaron 3 g de paja de la bolsa con el hongo crecido y se realizaron dos extracciones. La primera extracción se realizó con 75 ml de agua destilada. La siguiente extracción se realizó con una solución búfer de acetatos.

Cuantificación enzimática de lacasa. Para las diluciones de búfer de acetatos se preparó la mezcla de 50 µl del extracto enzimático y 450 µl de búfer, para las diluciones de agua destilada se repitió el procedimiento solo de cambió el búfer por agua destilada. Se agregaron 500 µl de reactivo ABTS (ácido 2,2'-azino-bis -3-etilbenzotiazolin-6-sulfónico) a cada dilución previamente preparada y se midió su absorbancia a 420 nm cada 10 segundos durante 2 min.

Resultados y discusión

Se obtuvieron un total de 0.31 U/ml de actividad de lacasa en la paja para las extracciones con agua en el día 35 del cultivo.

Salvachúa *et al.* (2011), utilizaron un pretratamiento fúngico combinado con un tratamiento alcalino para la producción de etanol a partir de paja de trigo, obteniendo una actividad de lacasa de 0.5 U/g entre los días 7, 14 y 21 de su cultivo.

La diferencia entre los días de cultivo muestra que la enzima lacasa tiene mayor producción en la etapa de desarrollo de cuerpos fructificantes.

Los niveles de la actividad de lacasa se pueden mejorar después de optimizar las condiciones del cultivo y de adicionar inductores como fuentes de nitrógeno y xilidina (Reddy *et al.*, 2003).

Conclusiones

Se realizó la extracción y cuantificación de enzimas lacasas a partir de un bioproceso de *Pleurotus ostreatus* creciendo en paja de trigo.

Referencias

Archibald, F. S., Bourbonnais, R., Jurasek, L., Paice, M. G., & Reid, I. D. (1997). Kraft pulp bleaching and delignification by *Trametes versicolor*. *Journal of biotechnology*, 53(2-3), 215-236.

Manjarrés, K., Castro, A., & Rodríguez Sandoval, E. (2010).

Producción de lacasa utilizando *Pleurotus ostreatus* sobre cáscaras de plátano y bagazo de caña. *Revista Lasallista de investigación*, 7(2), 9-15.

Salvachúa, D., Prieto, A., López-Abelairas, M., Lu-Chau, T., Martínez, Á. T., & Martínez, M. J. (2011). Fungal pretreatment: an alternative in second-generation ethanol from wheat straw. *Bioresource technology*, 102(16), 7500-7506.

Vargas, J., Beltrán, K., & Rodríguez, P. (2001). Inventario nacional de emisiones gaseosas que producen el efecto invernadero en el sector agrícola. Ministerio de Agricultura y Ganadería, Ecuador, 20.

Situación de la contaminación atmosférica y enfermedades respiratorias en el estado de Sonora

Nayeli Aimé Martha Lucero¹,
Adriana Robles Lizárraga¹,
Sergio Luis Valle Sánchez¹,
José de Jesús Balderas Cortés¹,
Iram Mondaca Fernández^{1*}

¹Instituto Tecnológico de Sonora
Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias
✉ *iram.mondaca@itson.edu.mx

PALABRAS CLAVE: Valle del Yaqui, Paja de trigo, Enfermedades

Introducción

El Estado de Sonora es el principal productor de trigo en México, en el ciclo 2013-2014 se produjeron 1.8 millones de Tm, que representó el 49% de la producción total del País. Del total de hectáreas de siembra en Sonora, el 63% corresponde al Valle del Yaqui, donde Cajeme es el municipio más importante de la zona, este lugar se caracteriza por la intensa actividad agrícola del cultivo de trigo, el cual ha sido altamente adaptado y tiene alta productividad (INEGI, 2014). Sin embargo, este cultivo genera una gran cantidad de paja de trigo como residuo, lo que se convierte en un problema económico para el productor, optando por quemar la paja de trigo (Aguilar *et al.*, 2013). La paja de trigo al quemarse produce humo que contiene: hidrocarburos no metálicos, óxidos de Nitrógeno (NOx), sólidos suspendidos con diámetro menor a 10 µm (PM10) y otros contaminantes para el aire como monóxido de carbono, ozono, dióxido de azufre, hollín, ceniza, humos condensados y otros productos de la combustión incompleta (Quintero, 2008). En Cajeme, los gases contaminantes a causa de la quema de paja; ha provocado un alto índice de enfermedades respiratorias y de cáncer, ocupando el primer lugar de muertes que afectan principalmente a niños y ancianos (Aguilar *et al.*, 2013). En el presente trabajo se expone la distribución de contaminantes y sus fuentes de generación, entre ellos los contaminantes generados por la ,quema de paja de

trigo y su implicación en la incidencia de enfermedades respiratorias, mediante una revisión teórica y estadística.

Metodología

La investigación bibliográfica se realizó mediante el análisis de datos de: índices de emisión de contaminantes, regularizaciones de emisión de contaminantes, enfermedades y mortalidad de las bases de datos: INEGI, SAGARPA e INEC en el periodo de 2000 a 2020.

Resultados y discusión

El INECC en el 2018, presenta la severidad de los problemas de la calidad del aire en Sonora donde los valores de PM 10 (Máximo $\leq 75 \mu\text{g}/\text{m}^3$) =157 y Ozono (Máximo $\leq 0.070 \text{ ppm}$) = 0.077. En la Figura 1, se hace un análisis de componentes principales (ACP) de los principales contaminantes y su fuente de emisión en Cajeme.

En el cuadrante 1, las actividades como labranza agrícola, quemas agrícolas, caminos pavimentados y no pavimentados, y la producción de ladrillo son las que más relación tienen con las PM10 y PM2.5.

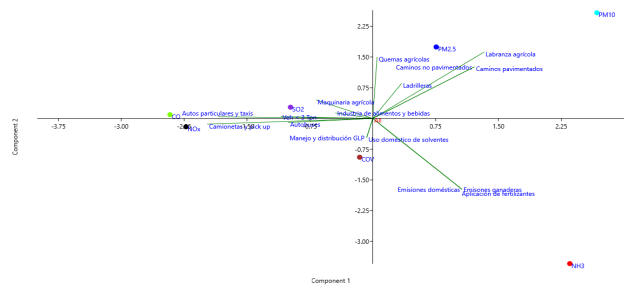


Figura 1. Análisis de componentes principales de los contaminantes con su fuente de emisión en Cajeme. Fuente: proAire, 2017; elaboración propia.

Conclusiones

Los contaminantes presentes en la atmósfera de Sonora y Cajeme, que pueden provenir de diversas actividades primarias como la agricultura y ganadería, se ve incrementada por la quema de paja de trigo, teniendo una relación muy estrecha con el aumento de enfermedades respiratorias en la región. Sin embargo, se necesitan más estudios experimentales para

el monitoreo del aumento de la concentración de contaminantes, así como estadísticas enfocadas en el sector salud que mejoren la regularización de la normativa de calidad del aire.

Referencias

Aguilar, A. (2004). Geografía General. México: Pearson Educación

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INEC) (2018). Estado de la Calidad del Aire en México. Coordinación General de Contaminación y Salud Ambiental.

INEGI (2014). Encuesta Nacional Agropecuaria 2014. Instituto Nacional de Estadística y Geografía

Quintero Núñez, M., & Moncada Aguilar, A. (2008). Contaminación y control de las quemas agrícolas en Imperial, California, y Mexicali, Baja California. *Región y sociedad*, 20(43).

Efecto de aditivos en dietas basales para camarón

Juan Aarón Alcántar Flores¹,
Georgia María González Meza¹,
Ana María Rentería Mexía¹,
Pablo Gortáres Moroyoqui¹,
Ramón Casillas Hernández²,
José Cuauhtemoc Ibarra Gámez²,
Ruth Gabriela Ulloa Mercado^{1*}

¹Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias,

²Departamento de Ciencias Agronómicas y Veterinarias

Instituto Tecnológico de Sonora

✉ *ruth.ulloa@itson.edu.mx

PALABRAS CLAVE: Aditivo, alga, bacteria, camarón, planta

Introducción

Una alternativa en la acuicultura es el uso de diferentes aditivos que tienen efectos en el rendimiento de crecimiento, la función digestiva, las comunidades microbianas intestinales, la respuesta inmune y la resistencia a enfermedades (Alcántar & Ulloa, 2021). El objetivo del presente trabajo es evaluar el uso de aditivos de microalgas, en dietas basales para camarón de cultivo y su efecto en el crecimiento y supervivencia.

Metodología

Se prepararon dietas basales con aditivos de microalgas (1, 2 y 3 %), según los requerimientos en macro y micronutrientes del camarón *Litopenaeus vannamei*. Se realizó un bioensayo de alimentación (23 días) en tinas de 120 L con 14 organismos experimentales cada una, en donde se evaluó la supervivencia y ganancia en peso.

Resultados y discusión

En los resultados más relevantes se observó una sobrevivencia del 100% y en la figura 1 se aprecia la ganancia en peso que se tuvo en el bioensayo de alimentación al 1%. Observándose que no hay diferencia significativa a los 23 días de cultivo. De acuerdo con diversas investigaciones, se establece que la con-

centración de aditivo de microalga más comúnmente usada es del 2%, con un tiempo de alimentación de 8 semanas en la especie de camarón patiblanco *Litopenaeus vannamei* (Alcántar & Ulloa, 2021) para obtener diferencias significativas en la ganancia en peso en los organismos experimentales. También se ha comprobado que el uso de estos aditivos favorecen la supervivencia a patógenos alcanzando hasta un 96.70% (Wang *et al.* 2017) o estrés (Duan *et al.* 2019).

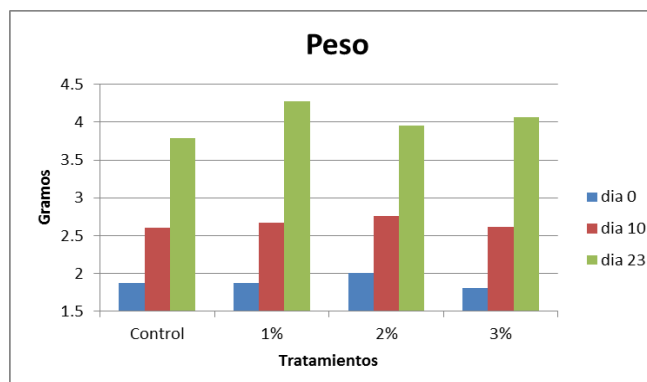


Figura 1. Ganancia en peso de camarón en un bioensayo de alimentación con aditivo de microalgas.

Conclusiones

En este trabajo se destaca los efectos positivos en el crecimiento y supervivencia del camarón de cultivo alimentado con aditivos a base de microalgas. La investigación en el uso de aditivos en la acuicultura se ha enfocado en el estudio individual o combinado de aditivos ya sea de la misma naturaleza (mezcla de microalgas) o diferente (microalgas con plantas o bacterias). La constante actualización nos provee de información sobre las concentraciones efectivas y los efectos de las mismas para investigaciones posteriores.

Referencias

- Alcántar, A. & Ulloa, M. (2021). Efecto de aditivos en dietas basales para camarón. *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales* 17(1), 16-30
- Duan, Y., Zhang, J., Huang, J. & Jiang, S. (2019). Effects of Dietary *Clostridium butyricum* on the Growth, Digestive Enzyme Activity, Antioxidant Capacity, and Resistance to Nitrite Stress of *Penaeus monodon*. *Probiotics and Antimicrobial Proteins*, 11(3), 938–945.

Wang, Y, Liang, J.-P., Duan, Y.-F., Niu, J., Wang, J., Huang, Z. & Lin, H.-Z. (2017). Effects of dietary *Rhodiola rosea* on growth, body composition and antioxidant capacity of white shrimp *Litopenaeus vannamei* under normal conditions and combined stress of low-salinity and nitrite. *Aquaculture Nutrition*, 23(3), 548–559.

Beneficios del extracto de algas para reducir la fertilización con nitrógeno en lechuga

Ana Patricia Juárez-Rangel^{1*},
María Myrna Solís-Oba¹,
Rigoberto Castro-Rivera¹,
Angelica Romero-Rodríguez¹ y
José Agustín Pacheco-Ortiz¹

¹Instituto Politécnico Nacional,
Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada,
Tlaxcala, México
✉ *ing.biotec.rangel@outlook.es

PALABRAS CLAVE: *Lactuca sativa* L., urea, desarrollo, sargazo

Introducción

La aplicación de fertilizantes químicos ha mejorado significativamente la producción de alimentos, pero su aplicación excesiva ha resultado en problemas ambientales (Possinger *et al.*, 2016). Por ello hay una necesidad urgente de buscar estrategias de producción más sustentables, como mediante el uso de fertilizantes orgánicos, un ejemplo son los extractos de algas (EA). Por otro lado, el sargazo ha ocasionado problemas por su arribo masivo; sin embargo, éstos contienen compuestos bio-activos que influyen en el crecimiento de las plantas (Zhang *et al.*, 2019).

Metodología

En este trabajo se evaluó el uso de extracto de sargazo comercial aplicado en combinación con urea en un cultivo de lechuga, buscando que la adición del EA pueda reducir los requerimientos de urea sin detrimento del rendimiento. El cultivo se realizó en invernadero, en macetas de 3 kg donde se trasplantaron plántulas de lechuga de 8 cm de altura. La fertilización se hizo con urea (0, 20, 50 y 80 kg N /ha) dosis única y EA (0, 2.5, 5, 7.5, 10 y 20%) aplicado quincenalmente. Se midieron altura, clorofila, pesos frescos de parte aérea y raíz.

Resultados y discusión

En todos los parámetros las mejores dosis de nitró-

geno fueron 50 y 80 kg N/ha, pero adicionando EA se incrementaron en 18.5% la altura, 14% en clorofila (Figura 1) y 10% en peso la parte aérea, respecto a la adición únicamente de nitrógeno. Incluso aplicando 50 kg N/ ha en combinación con EA se obtuvieron mayores resultados que adicionando únicamente 80 kg N/ha. El peso de raíz los mayores valores fueron con 20 kgN/ha con 7.5% EA, incrementando en 62% respecto a únicamente urea. Nuestros resultados se comparan con los realizados por Ramal *et al.*, (2019), donde demostraron el efecto del extracto del alga, probado en el cultivo de lechuga, utilizando dos productos comerciales de algas marinas (Maxicrop® y Seasol®), y observaron que el extracto de alga puede aumentar significativamente el rendimiento del cultivo. Maxicrop aumentó la biomasa de los brotes, la biomasa de las raíces y el contenido de clorofila de las hojas por encima de los tratamientos minerales en un 66, 47 y 9%, respectivamente, mientras que Seasol aumentó la biomasa de raíces en un 50%.

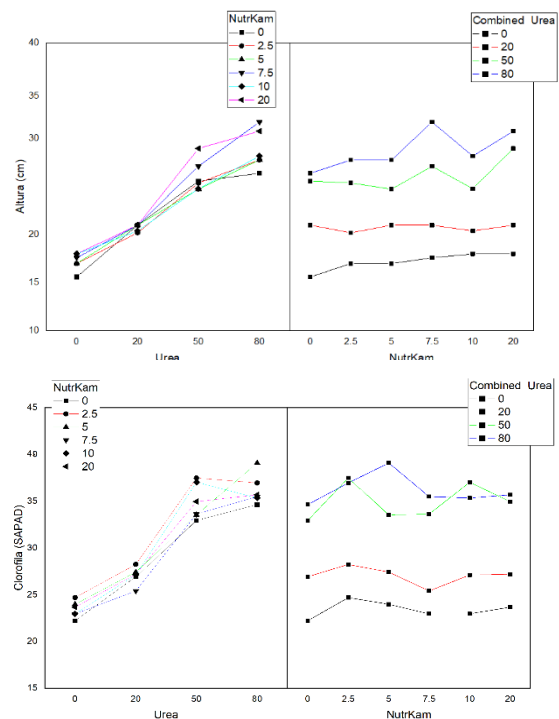


Figura 1. Efecto de los factores en la altura (a) y el contenido de clorofila (b).

Conclusiones

El uso de extracto de algas marinas en la fertilización mixta puede ayudar a reducir la concentración

de urea que se utiliza hasta en 30kg/ha sin afectar la altura, contenido de clorofila y pesos fresco de la parte aérea y raíz.

Referencias

Possinger, Angela R., and José A. Amador. 2016. "Preliminary Evaluation of Seaweed Application Effects on Soil Quality and Yield of Sweet Corn (*Zea Mays* L.)." *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 47(1): 121–35. <http://dx.doi.org/10.1080/00103624.2015.1104338>.

Ramal Yusuf, Paul Kristiansen and Nigel Warwick, 2019. Effect of Two Seaweed Products and Equivalent Mineral Treatments on Lettuce (*Lactuca sativa* L.) Growth. *Journal of Agronomy*, 18: 100-106.

Zhang, J. Ding, X., Zhuang, M., Wang, S., Chen, L., Shen, H., and He, P. 2019. "An Increase in New *Sargassum* (Phaeophyceae) Blooms along the Coast of the East China Sea and Yellow Sea." *Phycologia* 58(4): 374–81. <https://doi.org/10.1080/00318884.2019.1585722>.

Expresión del gen *decorina* de bovinos y su relación con dureza de la carne

Francisco Héctor Chamorro Ramírez¹,
Suzette Juárez Contreras¹ y
José Alfredo Martínez Quintana²

¹Laboratorio Veterinario de Ciencia de la Carne y Salud Pública. Departamento de Producción Agrícola y Animal. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco,

²Laboratorio de Biología Molecular. Facultad de Zootecnia y Ecología, Universidad Autónoma de Chihuahua
✉ *sjcontreras.sc@gmail.com

PALABRAS CLAVE: Textura de la carne, Expresión genética, Proteoglicano, Calidad

Introducción

La terneza es un criterio importante al comprar carne, por lo que se necesitan bovinos genéticamente capaces de producir carne con terneza aceptable. Los polimorfismos de un solo nucleótido (SNPs) pueden ser importantes marcadores pues indican cambios en el DNA de individuos. La decorina (DCN), por su parte, parece tener un papel en la miogénesis y en la terneza, ya que se liga al colágeno y lo estabiliza (Nishimura, 2015), y promueve la regeneración en músculo esquelético. Se ha demostrado que donde había mayor expresión de DCN, se presentaba mayor dureza (Pinilla, 2014). El objetivo fue medir la expresión de DCN en músculo de bovinos de dos grupos raciales y analizar su relación con la dureza de la carne, y preparar muestras para identificar posibles SNPs en el gen de la DCN.

Metodología

Mediante TRIzol®, se extrajo RNA del músculo Longissimus dorsi de tres F1 Angus x Criollo Chihuahua (AxC) y cuatro Hereford x Angus (HxA), hijas de padre Piedmontese. De 1 µg de RNA se sintetizó DNA complementario (cDNA) con el kit PrimeScript RT gDNA Eraser (Takara). Se realizó PCR con los primers forward 5'ATGAAGGCAAC-TATCATCTTTC3' y reverse 5'GTTTCAGCTTG-

GAAACTACAAG3', para amplificar la secuencia codificante de DCN (1080 pares de bases) en un termociclador: 95° por 2 min; 35 ciclos de 20 s a 95°C, 20 s a 53°C, 80 s a 72°C; 7 min a 72°C; y 4°C. Los productos se analizaron por electroforesis en gel de agarosa (1.5%) con bromuro de etidio y se revelaron en un transiluminador. Se realizó PCR cuantitativa utilizando beta actina (β-Act) como gen de referencia, y cada corrida se acompañó de una curva estándar de cinco puntos, generada por diluciones 1:3 de cDNA; con una R2 de 0.99, y eficiencia de 62%. Condiciones: 2 min a 50°C; 2 min a 95°C; 40 ciclos de 95°C por 15 s; 15 s a 58°C; y 40 s a 72°C; se usó una curva de disociación de 60°C a 95°C, aumentando 0.5°C por ciclo de 5 s. La expresión de DCN se reporta utilizando el método 2-ΔCq de Livak y Schmittgen. Las muestras de carne se maduraron (15 días), cocinaron (71°C) y enfriaron (24 h), para medir su esfuerzo al corte con el método de Warner Bratzler, 20 cm/min. La relación se evaluó agrupando las muestras por grupo racial (PxAxC y PxHxA), comparando con T Student ($\alpha \leq 0.05$), utilizando el software estadístico SAS Institute.

Resultados y discusión

Se amplificó DCN en cinco muestras, listas para secuenciar. La DCN se expresó similarmente en ambos grupos (PxAxC y PxHxA), con una media de expresión relativa a β-actina de 0.7919 y 0.9081, respectivamente (Figura 1A). En cuanto a esfuerzo al corte (Figura 1B), se encontró una diferencia de 0.8 kg/fuerza.

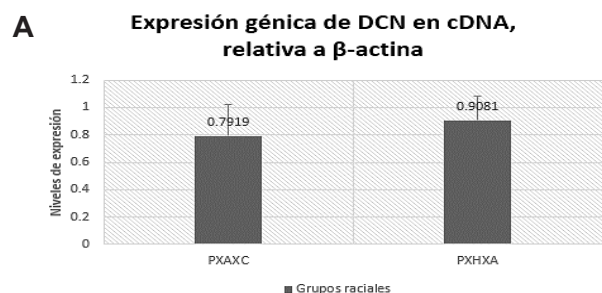


Figura continúa en la siguiente página.

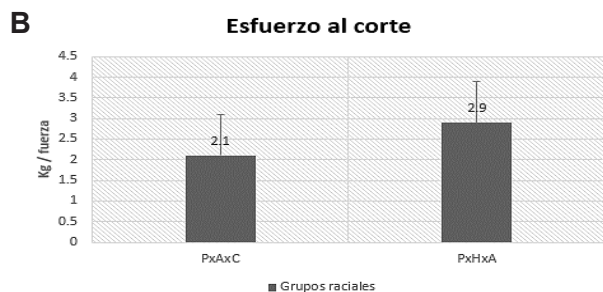


Figura 1. A: Medias \pm D.E. de Expresión de DCN en grupos raciales. B: Esfuerzo al corte de carne de ambos grupos raciales. Fuente: Elaboración propia.

La diferencia entre grupos, concuerda con un estudio citado por Anderson *et al.* (2015), donde concluyeron que la carne criolla era más tierna que la de mestizos. Los niveles de expresión de DCN son relativos: podría decirse que donde hubo mayor expresión, hubo mayor dureza. Es importante buscar SNPs en DCN y medir interacciones como con el colágeno, pues la dureza de la carne depende en gran medida de este. La cantidad de PG es importante para determinar el nivel de susceptibilidad del colágeno a la digestión enzimática en el proceso post-mórtem de la carne (Nishimura *et al.*, 2015). Por ello, la expresión de DCN podría ser mayor en músculo in vivo que en carne, pues no estaría sufriendo digestión enzimática.

Conclusiones

Se sugiere la presencia de posibles SNPs en DCN, por lo que la secuenciación de productos de PCR preparados podría generar marcadores genéticos en la terneza de la carne. Sería importante medir los niveles de DCN in vivo y compararlos con los de muestras de carne para conocer cuánto se degrada en el proceso de transformación de músculo a carne.

Referencias

- Anderson, DM., Estell, R.E., Gonzalez, A.L., Cibils, A.F. y Torell, L.A. (2015). Criollo cattle: Heritage Genetics for Arid Landscapes, *Pastizales*, 37 (2), 62-67.
- Nishimura, T. (2015). Role of extracellular matrix in development of skeletal muscle and postmortem aging of meat, *Meat Science*, 109, 48-55.

Pinilla, Y.C. (2014). Efecto de SNPs de genes candidatos asociados a textura de la carne en bovinos *Bos indicus* y sus cruces. Tesis de Maestría. Facultad de Veterinaria y Zootecnia, Colombia.

Lineamientos Generales para la Publicación de Artículos

Los artículos propuestos serán evaluados por especialistas, a través del Consejo Editorial de la revista, y deberán tener las siguientes características:

1. Los trabajos deberán ser originales e inéditos. Cualquier artículo que haya sido publicado en algunos de los órganos informativos internos y externos al Instituto no podrá publicarse en La Sociedad Académica.
2. El título deberá ser atractivo, no ser demasiado extenso. En caso de que éste sea de una investigación deberá reducirlo y dentro de la investigación podrá hacer referencia al nombre original.
3. El lenguaje utilizado en los artículos deberá ser claro y sencillo, sin perjuicio del nivel informativo y adecuado al tipo de escrito elaborado.
4. Deberá evitar en lo posible el uso de abreviaturas, y en caso necesario, se deberá explicar su significado mediante el uso de paréntesis.
5. No incluir en el texto del artículo el nombre del autor o autores; así como en las propiedades del documento (en el caso del archivo electrónico).
6. Los artículos deberán ser enviados por el autor al correo de la revista: **sacademi@itson.edu.mx**

Para ser incluido en nuestra publicación, todo artículo será sometido a una base de selección y a un proceso de dictamen. En la primera fase el Comité Editorial seleccionará los artículos que correspondan con la línea editorial de la Revista y que cumplan con los requisitos académicos indispensables de un artículo científico. En la segunda etapa los trabajos seleccionados serán dictaminados por dos especialistas o más en la materia, los cuales emitirán su decisión de manera anónima. El resultado puede ser: a) aceptado, b) sujeto a cambios, y d) no aceptados. En todo caso, la evaluación será inapelable.

IMPORTANTE: Una vez que el artículo sea aprobado, el autor se comprometerá a firmar una carta de cesión de derechos de exclusividad a la Revista y a dar su autorización para que, eventualmente, el artículo sea reproducido en formato impreso o digital.

Los autores de artículos recibirán un ejemplar del número de la Revista en la que aparezca publicado su trabajo o podrán descargarla en la página de la universidad.



CONGRESO
INTERNACIONAL
BIOTECNOLOGÍA Y
CIENCIAS ALIMENTARIAS



La Sociedad
Académica

