

ISSN-2007-9613

Congreso Internacional “CUCCAL”

“SOBRE INOCUIDAD, CALIDAD Y
FUNCIONALIDAD DE ALIMENTOS Y
SERVICIOS”



Boletín Informativo

Trabajos Libres de Investigación: *In Extenso*

Ciudad de México a 27 de noviembre del 2019
Hacia una Cultura de Calidad en el Consumo de Alimento



Editores

Dra. María Armida Patricia Porras Loaiza, Dr. Víctor Manuel Toledo López, Dra. Olga del Carmen Velázquez Madrazo, Dra. Fanny Guadalupe Concha Valdez, Dra. Guiomar Melgar Lalane, Dra. Ofelia Araceli López Mejía, Ing. Alfredo Álvarez Cárdena, Dra. Maira Rubi Segura Campos, ECG Erika Jocelyne Gonzalez Villavicencio, Q.A. Esmeralda Paz Lemus, Q.A. Ameyalli Vázquez Hernández, MVZ Coral Paz Lemus.



PRÓLOGO

El congreso Internacional CUCCAL 12 “Sobre Inocuidad, Calidad y Funcionalidad de los Alimentos en la Industria y Servicios de Alimentación”, a bien celebrado el 27 y 28 de septiembre de 2019 en el Palacio de la Autonomía de la Universidad Nacional Autónoma de México, fue un espacio de difusión del Conocimiento “Hacia una Cultura de Calidad en el Consumo de Alimentos”, cuyo objetivo fue promover cuatro áreas del saber en la Ciencia de Alimentos: 1) Procesamiento e Innovación, 2) Funcionalidad y Nutrición, 3) Inocuidad y Calidad y, 4) Apoyo a la Sociedad. En este contexto, 68 trabajos de investigación fueron difundidos en este magno evento, posterior a una revisión por pares efectuada por miembros del Comité Científico de la Sociedad Mexicana de Inocuidad y Calidad para Consumidores de Alimentos (SOMEICCA), siendo el 32, 47, 15 y 6 % de dichos trabajos, correspondientes a las áreas 1, 2, 3 y 4, respectivamente de este magno evento. Así, en este boletín se presentan las memorias en extenso elaboradas por los autores de los trabajos difundidos en el CUCCAL 12, bajo la edición del comité editorial conformado por: Dra. María Armida Patricia Porras Loaiza, Dr. Víctor Manuel Toledo López, Dra. Olga del Carmen Velázquez Madrazo, Dra. Fanny Guadalupe Concha Valdez, Dra. Guiomar Melgar Lalane, Dra. Ofelia Araceli López Mejía, Ing. Alfredo Álvarez Cárdenas, Dra. Maira Rubi Segura Campos, ECG Erika Jocelyne Gonzalez Villavicencio, Q.A. Esmeralda Paz Lemus, Q.A. Ameyalli Vázquez Hernández y MVZ Coral Paz Lemus.

Estas memorias, sin duda actualizará a sus lectores en áreas prioritarias de interés, no sólo para aquellos profesionales de la Ciencia de Alimentos, sino para todos aquellos interesados en la producción, comercialización y consumo de alimentos.

Por una sociedad reconocida nacional e internacionalmente, como aquella que fomenta y se compromete con la cultura de calidad en el consumo de alimentos, impulsemos la lectura con bases científicas.

Comité Editorial

CONTENIDO

PROCESAMIENTO E INNOVACIÓN

Aislamiento del gen <i>Lacasa</i> de <i>T. Hirsuta</i> BM2 con potencial en la remoción de fenoles. <i>Pereira-Patrón, A., Tapia-Tussell, R., Ramírez-Prado, J., Lizama-Uc, G. y Solis-Pereira, S.</i>	2
Efecto de la adición de <i>Moringa oleifera</i> y <i>Salvia hispanica L.</i> en la composición química y biológica de un yogurt durante su almacenamiento. <i>López Gea, G., Toledo López, V., Moo-Huchin, V. y Segura Campos, M. R.</i>	9
Formulación y evaluación del rendimiento de una pasta de tomate (<i>Solanum lycopersicum L.</i>) por la adición de cáscara y semilla deshidratada. <i>Rodríguez-Luque, S., Ponce-Fernández, N. E., Pollorena-López, G., Rosas-Domínguez C. y López-Peñuelas, V. M.</i>	19
Incorporación de nanopartículas con aceite esencial de tomillo (<i>Thymus vulgaris</i>) mediante ultrasonido para la inhibición del oscurecimiento enzimático en papa (<i>Solanum tuberosum</i>). <i>Ojeda Piedra, S.A. y Zambrano-Zaragoza, M. L.</i>	25
Evaluación mediante el método de Ball para calcular el tiempo de tratamiento térmico de puré de garbanzo. <i>Herrera-Rosales, F. I., Méndez-SaintMartin, R., Vázquez-Ciriaco, A. D. y Gijón-Arreortúa, I.</i>	31
Caracterización del comportamiento reológico de soluciones de xiloglucano extraído de las semillas de tamarindo. <i>Herrera-Rosales, F. I., Fuentes-Prado, E., y Gijón-Arreortúa, I.</i>	37
Uso de grano de sorgo en la producción de malta para la elaboración de cerveza artesanal reducida en alcohol. <i>López-Peraza, K., Heredia-Olea, E. y López-Ahumada, G.</i>	42
Incorporación de un extracto rico en flavonoides de <i>Eysenhardtia polystachya</i> en una bebida funcional de uva-arándano procesada por luz UV-C y ultrasonido. <i>González-Reza, R. M., Colín-Ortíz, J. E. y Zambrano-Zaragoza, M. L.</i>	49



Desarrollo y caracterización de nanocápsulas de aceite de tomillo: liberación controlada con uso potencial en la conservación de alimentos. <i>González-Reza, R. M., Hernández-Sánchez, H. y Zambrano-Zaragoza, M. L.</i>	55
Actividad antioxidante de un yogurt adicionado con harina de <i>Salvia hispanica</i> L. <i>León Madrazo, A., Toledo López, V. y Segura-Campos, M. R.</i>	61
Fibra de frijol terciopelo (<i>Mucuna pruriens</i>): valor nutricional, funcional y biológico. <i>Vázquez Encalada, S., Rubio Cámara, William, A. y Segura Campos, M. R.</i>	68
Estudio reológico de la incorporación de harinas de <i>Lupinus angustifolius</i> (altramuz) en masas de harina de trigo suave. <i>Ramos Olvera, J. A., Güemes Vera, N., Rodríguez Flores, R. V., Soto Simental, S., Quintero Lira, A. y Piloni Martini, J.</i>	74
Evaluación del análisis de perfil de textura (TPA) en masas adicionadas con harina de malanga (<i>Colocasia esculenta</i>) para panes libres de gluten. <i>Rodríguez Flores, R. V., Güemes Vera, N., Quintero Lira, A., Ramos Olvera, J. A., Soto Simental, S. y Piloni Martini, J.</i>	80
Propiedades fisicoquímicas y nutricionales de una botana funcional elaborada a partir de <i>Oxalis tuberosa</i> . <i>Paulin-Yañez, G. y González-Victoriano, L.</i>	87
Desarrollo de un recubrimiento con nanopartículas de quitosano funcionalizadas con aceite esencial de <i>Syzygium aromaticum</i> y <i>Cinnamomum verum</i> , para la conservación de jugos de frutas. <i>Rojas Sánchez, M. G., Zambrano Zaragoza, M. L. y Pérez Gutiérrez, R. M.</i>	95
Separación mecánica de xiloglucano de la semilla de tamarindo por método húmedo y seco. <i>Gutiérrez-Cortez, E., Espínola-Sotres, V., Cornejo-Villegas, M. A., Rojas- Molina, J. I. y Del Real López, A.</i>	102
Caracterización fisicoquímica y propiedades de viscosidad de almidón aislado de jícama (<i>Pachyrhizus spp.</i>) y almidón adicionado con Ca(OH) ₂ . <i>Cornejo Villegas, M. A., Contreras Jiménez, B., Del Real López, A., Zambrano Zaragoza, M. L., Gutiérrez Cortez, E. y Rodríguez García, M. E.</i>	108
Aprovechamiento integral del frijol de soja para la producción y análisis de tofu: “chipofu”. <i>Granados-Arellano, J. I., Lona-Ramírez, J. A. y Caudillo-Ortega, N. A.</i>	116
Determinación del contenido de sacarosa y azúcares reductores del café arábica (<i>Coffea arabica</i>) durante el proceso de tostado artesanal. <i>Salazar Hernández, M. F., Caudillo Ortega, N. A., Mares Mares, E., Rocha Mendoza, M. A., Lona Luna, S. P., Blancas Hernández, L. E., Rivera Domínguez, C. y Solís Guerra, L. F.</i>	123



Determinación de parámetros para la obtención de biomasa de Kéfir de agua a partir de diferentes sustratos. 130

Ortega-Hernández, M. I., Chuzeville-Munguía, C., Márquez-Morales, C. E., Moreno-León, G. R., Camacho-Díaz, B. H., Ávila-Reyes, S. V. y Villalobos-Espinosa, J. C.

Valores nutricionales y textura de totopos horneados adicionados con grano gastado de malta cervecera procesado por tres tratamientos. 137

Martínez-Valeriano, A. G., Pérez-Cabrera, L. E., Amador-Rodríguez, K. Y. y Tecante Coronel, A.

Pasta funcional tipo fettuccini a base de harina compuesta de frijol (*Phaseolus leptostachyus*) y yuca (*Manihot esculenta* Crantz) libre de gluten. 144

Reyes López, D., Figueroa Villarreal, L., Vicuña Gómez, M., y Molina Arciniega, M. C.

FUNCIONALIDAD Y NUTRICIÓN

Caracterización química, sensorial y capacidad antioxidante de un jamón cocido funcional. 155

Quintal Castillo, R. E., Fajardo Uc, J. D., Vargas y Vargas, M. L., Tamayo Cortes, J. A. y Toledo López, V. M.

Caracterización química, sensorial y capacidad antioxidante de un salami adicionado con extracto de *Moringa oleifera*. 162

Fajardo Uc, J. D., Quintal Castillo, R. E., Vargas y Vargas, M. L., Tamayo Cortes, J. A. y Toledo López, V. M.

Caracterización de un producto tipo jamón de pescado adicionado con *Moringa oleifera* y *Salvia hispanica* L. 168

Cutz de Ocampo, J. J., López Gea, G., Gullian Klanian, M., Moo Huchin, V. M. y Toledo López, V. M.

Oleorresinas de coproductos agroindustriales para mejorar la estabilidad oxidativa de oleogel de cera de candelilla y de celulosas. 176

Ferrer González, B. M., Rodríguez Huevo, M. E. y Totosaus, A.

Oleogel de cera de candelilla como reemplazo de grasa en salchichas cocidas. 182

Botello Pérez, A. N., Hernández Domínguez, D. A., Toledo, O., Totosaus, A. y Ferrer González, B. M.

Efecto del consumo de un extracto fibroso de stevia rebaudiana sobre los niveles de glicemia postprandial en sujetos sanos. 189

Barbosa Martín, E., Zarza García, A. L., Torres Zapata, Á. E., Moguel, J. E., Rodríguez Rosas, C., González Hernández, M. y Lizárraga Medina, M. J.



Desarrollo de un <i>hot cake</i> con harina de nopal.	196
<i>Mendoza Sosa, V. G., Estrella Barrón, R., Zarza García, A. L., Toledo López, V. M., Zúñiga Juárez, M., Escobar Puentes, A. y Solís Cardouwer, O. S.</i>	
Desarrollo y caracterización química proximal y sensorial de una galleta con cáscara de mango.	203
<i>Farfán González, L. M., Estrella Barrón, R., Zarza García, A. L., Toledo López, V. M., Zúñiga Juárez M., Escobar Puentes, A. y Solís Cardouwer, O. C.</i>	
Desarrollo y evaluación nutrimental de un pan tipo crutón adicionado con hojas de <i>Moringa oleifera</i> y endulzado con <i>Stevia rebaudiana</i> .	210
<i>Novelo Góngora, A., Burgos Jiménez, M., Ucán Rodríguez, F. y Loeza Peraza, J.</i>	
Kombucha y Kéfir, bebidas fermentadas. Propiedades e inocuidad.	215
<i>González González, M. R. y Yeverino Gutiérrez, M. L.</i>	
Obtención de aceite de semilla de dos frutas con alto índice de desperdicio como una alternativa de aprovechamiento.	221
<i>Uuh-Narvaez, J. N., Chel-Guerrero, L.A. y Betancur-Ancona, D. A.</i>	
Obtención y caracterización químico-proximal de harina de semillas de <i>Moringa oleifera</i> para enriquecer alimentos.	228
<i>Sánchez Cruz, M., Santiago Gómez, M. P., García Santiago, L. E. y Salazar Govea, A. Y.</i>	
Aplicación de un diseño experimental para el enriquecimiento de tortillas con harina de <i>Brosimum alicastrum</i> y <i>Cucurbita argyrosperma</i> Huber.	235
<i>Góngora Chi, G. J., Sauri Duch, E., Estrada León, R. J. y Moo Huchin, V. M.</i>	
Optimización del contenido de antocianinas totales de cáscara de <i>Crysophyllum cainito</i> L. utilizando la metodología de superficie de respuesta.	241
<i>Ku Canul, C. Y., Sauri Duch, E., Estrada León, R. J. y Moo Huchin, V. M.</i>	
Aprovechamiento de cáscara y pulpa de mango <i>Mangifera indica</i> variedad ataúlfo y semilla de cáñamo en una bebida tipo Kéfir.	247
<i>Carrión Sánchez, M. F., Figueroa Villarreal, L., Molina Arciniega, M. C. y Vicuña Gómez, D. M.</i>	
Inhibición de las enzimas α -amilasa, α -glucosidasa y ECA de extractos de chaya (<i>Cnidoscolus aconitifolius</i>).	253
<i>Manzanilla Valdez, M. L. y Segura Campos, M. R.</i>	
Efecto del aceite de semilla chíá (<i>Salvia Hispanica</i> L.) en la viabilidad celular en línea de cáncer de colon CaCO ₂ .	260
<i>Martín Ortega, A. M. y Segura Campos, M. R.</i>	
Efecto neuroprotector de fracciones peptídicas de <i>Salvia hispanica</i> contra el daño inducido por H ₂ O ₂ en células neuronales N1E-115.	267
<i>Martínez-Leo, E. E. y Segura-Campos, M. R.</i>	



Actividad inhibitoria de la fosfolipasa A2 y fibrinolítica de extractos de hojas de chaya (<i>Cnidocolus aconitifolius</i>). <i>Quintal-Martínez, J. P., Quintal-Ortiz, I. G., Alonzo-Salomón, L. G. y Segura-Campos, M. R.</i>	274
Potencial antidiabético de alimentos vegetales de la milpa y huertos familiares mayas. <i>Uuh-Narvaez, J. J. y Segura-Campos, M. R.</i>	281
Actividad antioxidante y compuestos bioactivos de alimentos vegetales de la milpa y huertos familiares mayas. <i>Uuh-Narvaez, J. J. y Segura-Campos, M. R.</i>	288
Actividad anticancerígena de derivados proteínicos de <i>Salvia hispanica L</i> en la línea celular CaCO ₂ . <i>Quintal-Bojórquez, N., Arana-Argáez, V., Carrillo-Cocom, L. y Segura-Campos, M. R.</i>	295
Influencia del pH en la actividad antioxidante <i>in vitro</i> de compuestos fenólicos individuales. <i>Santamaria, E., Can-Cahuich, C. A., Casanova-Ortiz, J. S., Moo-Huchin, V. M. y Sauri-Duch, E.</i>	302
Formulación y caracterización de una bebida funcional a base de Avena sativa, <i>Cinnamomun zeylanicum</i> y Vanilla mexicana. <i>Garza Juárez, A. J., Rodríguez Acosta, M. G., Cavazos Rocha, N. C., Ibarra Salas, M. J. y Lucio Gutiérrez, J. R.</i>	308
Estudio de la supervivencia de <i>Lactobacillus rhamnosus</i> en un suplemento alimenticio a base de cáscara de tuna verde durante la simulacion gastrointestinal. <i>Salas-Ramírez, K. F., López-Mejía, O. A., Ochoa-Velasco, C. E., Cid-Pérez, T. S., Ávila-Sosa, R., Lazcano-Hernández, M. y Hernández-Carranza, P.</i>	316
Evaluación de las propiedades químicas y funcionales, actividad antioxidante y cuantificación de flavonoides de la pulpa de yaca liofilizada (<i>Artocarpus heterophyllus</i>). <i>Moreno Zaragoza, J., Moctezuma García, G., Gama Gálvez, A., Sánchez Hernández, L., Gabriel Salmerón, B. y Alanís López, P. C.</i>	322
Comparacion funcional de dos variedades de frutos rojos (<i>Vaccinium myrtillus</i> y <i>Prunus serotina</i>) de la región nororiental del Estado de Puebla. <i>Chuzeville-Munguía, C., Gómez-Benavidez, R., Hernández-Mota, D., Cantellano-Jarillo, M., Viñas-Meza, L., Salvador-Flores, B. y Méndez-Prince, H. G.</i>	330
Evaluación del contenido polifenólico y capacidad antioxidante de la planta del sauco (<i>Sambucus nigra</i>) de la región nororiental del Estado de Puebla. <i>Guarneros-Gasca, M. R., Villalobos-Espinosa, J. C., Hernández-Hernández, A., Hernández-Martín, G., Cabrera-Ramírez, A., Ruiz-Melgarejo, K. I. y Moreno-León, G. R.</i>	336



Preparación de micropartículas de alginato/pectina para la encapsulación de aceites esenciales.	342
<i>Miranda-Linares, V. y Zambrano-Zaragoza, M. L.</i>	
Obtención de metabolitos de <i>Bacillus subtilis</i> ATCC 6633 y su efecto en un embutido prototipo.	350
<i>López Medina, F. A., López Martínez, L. X., Gómez Oliván, L. M., Dublán García, O., Reyes García, A. y Cira Chávez, L. A.</i>	
Actividad antioxidante de hidrolizados de carpa común (<i>Cyprinus carpius</i>) obtenidos con preparados enzimáticos.	358
<i>López-García, G., González Olivana, L. M., Arizmendi Coter, D., Cira-Chávez, L. A., Reyes García, A. y Dublán-García, O.</i>	
Caracterización y producción de germinados de amaranto (<i>Amaranthus hypochondriacus</i>).	366
<i>Hernández-García, Y., Téllez-Medina, D. I. y Melgar-Lalanne, M. G.</i>	

INOCUIDAD Y CALIDAD

Evaluación fisicoquímica y composición proximal de una pasta de tomate adicionada con cáscara y semilla deshidratada.	373
<i>Rodríguez-Luque, S., Pollorena-López, G., Ponce-Fernández, N. E. y Osuna-Izaguirre, S. C.</i>	
Análisis teórico-práctico y estadístico del comportamiento de degradación de vitaminas en fórmulas infantiles durante vida de anaquel.	380
<i>Montiel Sánchez, M. A.</i>	
Evaluación de la concentración mínima inhibitoria de aditivos conservadores aplicados en alimentos sobre diversos microorganismos patógenos y de alteración.	388
<i>Garduño Reyes, R. E., Retana Ávila, L. F. y Juárez Arroyo, E. I.</i>	
Calidad microbiológica de ensaladas listas para su consumo en área metropolitana de la Cd. de Monterrey, N.L. México.	396
<i>Yeverino Gutiérrez, M. L., González González, M. R. y Cantú Cárdenas, M. E.</i>	
Aislamiento, purificación e identificación de los metabolitos secundarios mayoritarios presentes en el extracto del polen de la abeja <i>Melipona beecheii</i> y evaluación de su actividad antimicrobiana.	403
<i>Cáceres Chan, R. I., Escobedo Martínez, C., Ramón Sierra, J. M., Yam Puc, A. y Ortiz Vázquez, E.</i>	
Actividad antibacteriana de extractos de plantas de uso alimentario y medicinal.	410
<i>Jiménez Camacho, L. E., Núñez Vázquez, Á. A., Ortega Muñoz, R., López Hernández, F. y Montiel Aguirre, J. F.</i>	



Identificación de los factores de virulencia (CFA/I, LT Y ST) en cepas de <i>Escherichia coli</i> , aisladas de agua y de humanos. <i>Lizarraga Medina, M. J., Puc Franco, M., Escobedo Ortegón, J. y Concha Valdez, F.</i>	417
Extracción simultánea de antibióticos de agua aplicando la técnica de microextracción con sorbente empacado (MEPS). <i>Del Ángel Hernández, M. D., Carmona Alvarado, I. F., Lucio Gutiérrez, J. R., Waksman de Torres, N. y Cavazos Rocha, N. C.</i>	426
Reporte de caso: contaminación con <i>Salmonella</i> de un alimento de preparación casera. <i>Concha Valdez, F. G. y Escobedo Ortegón, F. J.</i>	434
Estrategia de identificación de glúcidos de esteviol en un cultivo de raíces en suspensión de stevia rebaudiana. <i>Alvarado-Orea, I. V., Huerta-Heredia, A. A. y Paniagua-Vega, D.</i>	440

APOYO A LA SOCIEDAD

Análisis de hábitos alimentarios y frecuencia de consumo de alimentos en Tixmehuac, Yucatán. <i>Campos Herrera, A., Uuh Narváez, J., Morales Mendoza, L. F. y Segura Campos, M. R.</i>	448
Análisis económico de los hábitos alimentarios de la población de Tixméhuac, Yucatán. <i>Campos Herrera, A., Uuh Narváez, J., Morales Mendoza, L. F. y Segura Campos, M. R.</i>	455
Evaluación de cambios sobre indicadores de la composición corporal en adultos mayores, después de la implementación de un programa dirigido a la práctica de la actividad física, con un año de seguimiento. <i>Milla Cooley, L. F., Martínez Briseño, M., Vergara Castañeda, A., Martino-Roaro, L., Vergara-Castañeda, E. y Ayala Moreno, M. R.</i>	461
Análisis de mercado de la semilla de amaranto. <i>Saucedo-Sánchez, C. F. y Porras-Loaiza, A. P.</i>	470



PROCESAMIENTO E INNOVACIÓN



AISLAMIENTO DEL GEN *LACASA* DE *T. HIRSUTA* BM2 CON POTENCIAL EN LA REMOCION DE FENOLES

¹Alejandrina Pereira-Patrón, ²Raúl Tapia-Tussell, ³Jorge Ramírez-Prado, ¹Gabriel Lizama-Uc y ¹Sara Solis-Pereira*

¹TecNM/Instituto Tecnológico de Mérida. Av. Tecnológico km 4.5. CP 97118. Mérida, Yucatán, México. ²Unidad de Energía Renovable. Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY). Carretera Sierra Papacal-Chuburná Puerto. CP 973022. ³CICY. Calle 43 No. 130 Chuburná de Hidalgo. C.P. 97200. Mérida, Yucatán, México.

Email: ssolis@itmerida.mx

PROCESAMIENTO E INNOVACIÓN, INVESTIGACION POSGRADO DOCTORADO

Resumen.

En este trabajo se aisló el gen *lacasa* de *Trametes hirsuta* Bm2. Se obtuvo el ADNc a partir de ARNm producido por el hongo en medio con cáscara de toronja. Los fragmentos 5´-3´ se alinearon para tener la secuencia completa del gen. Se obtuvo una secuencia de 2339 pb que codifica una lacasa de 522 aminoácidos (*lacT*). Se identificaron las secuencias del péptido de secreción, sitios de glucosilación y las regiones UTR 5´-3´. En este estudio se logró aislar el gen *lacT* que fue caracterizado molecularmente.

Palabras clave: lacasa, gen, *T. hirsuta* Bm-2

Introducción.

Las lacasas son fenol-oxidasas multicobre producidas por hongos ligninolíticos. Las lacasas son aplicadas en la industria alimentaria como la elaboración de vinos para oxidar polifenoles a fin de reducir su astringencia (Conrad et al., 2000), eliminan la turbidez de jugos y cerveza por la acción polimerizante de los polifenoles que precipitan y son eliminados por centrifugación (Ribieiro et al., 2010; Renzetti et al., 2010); asimismo, su acción mejora la calidad de la masa de panadería (Osma et al., 2011). La aplicación de las lacasas, está limitada por la cantidad de enzima producida, la estabilidad y los costos de producción. El aislamiento del gen es importante para conocer la secuencia nucleotídica y a partir de ésta desarrollar estrategias para la manipulación genética del gen. *Trametes hirsuta* Bm2 es un hongo



autóctono aislado de Yucatán (Tapia-Tussell et al., 2011) que produce lacasas en medio salino y en sustratos lignocelulósicos como la cáscara de toronja y ha demostrado alta capacidad en la remoción de fenoles. El objetivo de este estudio fue obtener la secuencia completa del gen *lacasa* de *T. hirsuta* Bm2 crecido en cáscara de toronja. Esta información es importante ya que nos permitirá en un futuro establecer estrategias moleculares para la sobreproducción de lacasas para su aplicación en procesos de la industria alimentaria.

Objetivo general.

Aislar y caracterizar el gen *lacasa* de *T. hirsuta* Bm-2 crecido en medio con toronja.

Objetivos específicos

- Aislar el gen *lacasa* mediante la técnica RACE-PCR.
- Caracterizar el gen *lacasa* por medio de programas bioinformáticos.

Metodología

Microorganismo y producción de lacasas: *Trametes hirsuta* Bm-2 fue aislado por Tapia-Tussell, 2011, se creció en medio con 3% cáscara de toronja de acuerdo a Zapata Castillo et al. (2012).

Extracción de ARN total: El ARN total se aisló del micelio de 7 días por el método de Trizol (Invitrogen, USA), con instrucciones del fabricante y la integridad se verificó por electroforesis en gel de agarosa 1% (p/v).

Obtención de sondas 3'RACE y 5'RACE y amplificación por PCR: La técnica de RACE (Amplificación rápida de extremos de ADNc) se utilizó para la obtención de los extremos del gen hacia el extremo 5' y 3' siguiendo las condiciones descritas en el kit SMARTer RACE 5'/3 User Manual (Clontech Laboratories, Inc). El procedimiento de purificación y clonación del fragmento de ADNc fue dada del mismo kit.

Análisis bioinformático: El alineamiento de las secuencias de aminoácidos fue generado por el programa MUSCLE. Los porcentajes de identidad de la secuencia de aminoácidos de *T. hirsuta* Bm-2 con otras lacasas fúngicas se calculó usando el algoritmo BLAST en el NCBI.

El péptido señal fue predicho usando el programa SignalP 4.0 y los sitios de glicosilación con NetNGlyc 1.0.

Resultados y análisis. Se realizó una PCR primaria donde se obtuvieron varios productos de amplificación y después una PCR anidada. El producto 5'RACE y 3'RACE amplificaron en fragmentos de 850 y 1650 pb, respectivamente (Fig. 1).

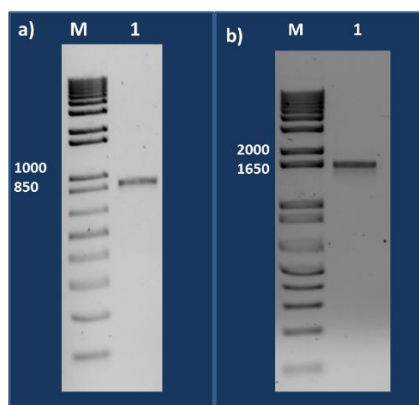


Fig. 1 Fragmento 5'RACE (a) y 3' RACE (b) provenientes de *T. hirsuta* Bm-2 en cáscara de toronja. M: Marcador de peso molecular de 1 kb.

Ambos productos se clonaron en el vector pUC19 y se usaron para transformar células competentes de *E. coli* Stellar PT5055-2, en donde se seleccionaron las colonias blancas que contenían el inserto. Los plásmidos fueron cortados con las enzimas de restricción *Eco RI* y *Hind III*, que flanquean el sitio múltiple de clonación del vector y la presencia de los insertos se verificó en un gel de agarosa al 1%. Los plásmidos conteniendo el inserto de interés fueron enviados a secuenciar. Las secuencias obtenidas fueron alineadas para obtener la secuencia de ADNc de longitud completa de 2339 pb. La secuencia de aminoácidos predicha de *T. hirsuta* Bm-2 fue comparada con otras secuencias dentro del banco de datos del NCBI (Tabla 1).

Tabla 1 Comparación de la secuencia de aminoácidos predicha de *T. hirsuta* Bm-2 con secuencias similares.

Accesión	Descripción	Longitud similar	Identidad
ADI70681.1	Lacasa de <i>Trametes versicolor</i>	813	85%
BAD98307.1	Lacasa 3 de <i>Trametes versicolor</i>	803	84%
CAM1236.1	Oxidasa multicobre de <i>Trametes versicolor</i>	798	83%
AIZ72726.1	Lacasa G de <i>Trametes hirsuta</i>	796	84%
OJTO7651.1	Lacasa 4 de <i>Trametes pubescens</i>	778	85%
OSDO1892.1	Oxidasa multicobre <i>Picnoporus coccineus</i>	756	79%
AOX15703.1	Lacasa 2 de <i>Trametes hirsuta</i>	756	79%

La lacasa de *T. hirsuta* Bm-2 comparte un alto grado de identidad, entre el 79% y 85 % con otras lacasas de hongos ligninolíticos como las de *T. versicolor* y *T. hirsuta*, que son datos similares a los de Yang et al., 2016. La comparación del alineamiento de las secuencias de aminoácidos de *T. hirsuta* Bm-2 con dos lacasas del hongo ligninolítico *T. hirsuta* 072 (*lacC* y *lacE*) (Fig. 2) mostraron que la secuencia contiene los dominios conservados de unión a cobre típicos de las lacasas: L1 (HWHGFFQ), L2 (HSHLSTQ), L3 (HPFHLHG) y L4 (HCHIDFHL), incluyendo diez residuos conservados de histidina y un residuo de cisteína que se localizan en las secuencias firma específicas de lacasas fúngicas L1-L4 (Kumar *et al.*, 2003).



Referencias.

- Ahmed, I., Mabood, I., & Suraiya, J. (2016). Development in osmotic dehydration technique for the preservation of fruits and vegetable. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 34, 29-43.
- Arana Sánchez, A., Estarrón Espinoza, M., Obledo Vázquez, E., Padilla Camberos, E., Silva Vázquez, R., & Lugo Cervantes, E. (2010). Antimicrobial and antioxidant activities of Mexican spices essential oils with different composition when microencapsulated. *Applied Microbiology*, 50, 585-590.
- Benavides, S., Cortés, P., Parada, J., & Franco, W. (2016). Development of alginate microspheres containing thyme essential oil using ionic gelation. *Food Chemistry*, 204, 77-83.
- Ciurzynska, A., Kowalska, H., Czajkowska, K., & Andrzej, L. (2016). Osmotic Dehydration of sustainable and healthy food. *Trends in Food Science and Technology*, 50, 186-192.
- CONPAPA. (10 de Noviembre de 2017). *Confederación Nacional de Productores de Papa de la República Mexicana*. Obtenido de <http://www.conpapa.org.mx/index.php/blog/item/6-la-papa-valor-nutritivo-y-sanidad-alimentaria>
- Donst, F., & Ferrari, G. (2016). Essential oil nanoemulsions as antimicrobial agents in food. *Journal of Biotechnology*, 233, 106-120.
- Fernandes, F., Gallao, M., & Rodrigues, S. (2008). Effect of osmotic dehydration and ultrasound pre-treatment on cell structure: Melon dehydration. *LWT*, 41, 604-610.
- Gao, M., Feng, L., & Jiang, T. (2014). Browning inhibition and quality preservation of button mushroom by essential oils treatment. *Food Chemistry*(149), 107-113.
- Hong-jia, L. L., Wang, W.-z., & Chen Ling, L. B. (2011). Effect of ultrasound in combination with food additives on polyphenol oxidase activity. *International Conference on Human Health and Biomedical Engineering*, (págs. 19-22). Jilin, China.



- INEGI. (10 de Noviembre de 2017). *Cuéntame sobre México*. Obtenido de <http://cuentame.inegi.org.mx/economia/primarias/agri/default.aspx?tema=E#sp>
- Jia Xue, P., Davidson, M., & Qixin, Z. (2015). Antimicrobial activity of thyme oil co-nanoemulsified with sodium caseinate and lecithin. *International Journal of Food Microbiology*, 210, 1-8.
- Sotelo Boyás, M., Correa Pacheco, Z., Bautista Baños, S., & Gómez y Gómez, Y. (2017). Release study and inhibitory activity of thyme essential oil-loaded chitosan nanoparticles and nanocapsules against foodborne bacteria. *International Journal of Biological Macromolecules*, 103, 409-414.
- Sukhonthara, S., Kaewba, K., & Theerakulkait, C. (2016). Inhibitory effect of rice bran extracts and its phenolic compounds on polyphenol oxidase activity and browning in potato. *Food Chemistry*, 922-927.
- Tecnoagrícola*. (15 de Noviembre de 2017). Obtenido de <http://www.tecnicoagricola.es/condiciones-de-almacenamiento-de-la-patata/>
- Volnová, B., Musilová, J., Hrabovska, D., Judith, B., & Kavalconá, K. (2015). The research of total polyphenols content and their changes in different varieties of potatoes. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Science*, 181-184.

TI12-PROIN-006-PM

EFFECTO DE LA ADICIÓN DE *Moringa oleifera* Y *Salvia hispanica L.* EN LA COMPOSICIÓN QUÍMICA Y BIOLÓGICA DE UN YOGURT DURANTE SU ALMACENAMIENTO

¹Getsemani López Gea*, ¹Víctor Toledo López, ¹Víctor Moo-Huchin, ²Maira Segura Campos

¹Instituto Tecnológico de Mérida, México. Km 5 carretera Mérida-Progreso CP 97118. Mérida Yucatán. ²Fac. Ing. Química. Universidad Autónoma de Yucatán. Periférico Nte. Km. 33.5. Mérida, Yucatán, México.

g2ts263@gmail.com, vtoledo0811@gmail.com

PROCESAMIENTO E INNOVACIÓN, INVESTIGACIÓN POSGRADO MAESTRÍA

Resumen.

El yogurt es un alimento que posee poca actividad antioxidante; por ello, varios autores han propuesto la adición de plantas, semillas y/o frutos para proporcionar compuestos bioactivos con actividad antioxidante. La Moringa y la Chía son ricos en proteínas, minerales y compuestos fenólicos como los flavonoides que presentan actividad antioxidante. El objetivo fue usar la Moringa y Chía como fuentes antioxidantes en la fabricación de yogurt funcional. Se elaboraron 4 tipos de yogurt: control, 0.1% extracto de moringa (M), 0.5% chía (CH) y Mix (0.1M y 0.5 CH %). Se observó que adicionar moringa y chía, no afecta el pH y acidez del yogurt; sin embargo, en el yogurt Mix, se adicionó 6.5% leche en polvo para alcanzar la acidez adecuada igualando los demás tratamientos. Los compuestos fenólicos totales en el día 0 de almacenamiento, el tratamiento Mix presentó una mayor cantidad de ácido gálico con un valor de 196.246 ± 1.638 mg EAG/100 g; en actividad antioxidante con el método ABTS, el que presentó mayor inhibición fue el tratamiento Mix con un valor de 95.10 ± 0.173 %. Se concluye que agregar moringa y chía al yogurt puede influir positivamente en la actividad antioxidante, destacando que el uso de la moringa puede generar un producto adicionado con antioxidantes de fuentes naturales y bacterias ácido-lácticas.



Palabras clave: moringa, chía, antioxidante, almacenamiento.

Introducción.

El yogurt es uno de los productos lácteos más comunes y consumidos en gran parte del mundo; la NOM-181-SCFI-2010, 2010 lo define como “un producto obtenido de la fermentación de leche estandarizada o no por medio de la acción de microorganismos *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus*, y teniendo como resultado la reducción de pH. Ayuda a mejorar el ambiente gastrointestinal, reduciendo las posibles bacterias perjudiciales presentes en el intestino (Díaz & Rubio, 2016). Normalmente, la vida útil del yogurt es de 21 a 25 días en almacenamiento (Revenga, 2013), es fuente de calcio, aporta proteínas, fósforo, magnesio, potasio, zinc, yodo y vitaminas como la A, D, B₂ y B₁₂ (Díaz & Rubio, 2016); sin embargo, carece de compuestos fenólicos con actividad antioxidante. En este sentido, diversos autores han sugerido la incorporación de ingredientes no lácteos basados en plantas, semillas o frutas para fortalecer o enriquecer al yogurt (Caleja et al., 2016). El uso de extractos de plantas o hierbas durante el tiempo de fermentación en la elaboración del yogurt, mejora la actividad metabólica de las bacterias del yogurt, por lo que el pH disminuye al incrementar la producción de ácidos orgánicos por las bacterias ácido-lácticas. La *Moringa oleifera* (Moringa) y la Chía (*Salvia hispanica L.*) son alimentos naturales que proporcionan beneficios, siendo fuente de proteínas, ácidos grasos y minerales esenciales y antioxidantes; son fuentes ricas de compuestos fenólicos como los flavonoides que poseen actividad antioxidante y tienen la capacidad de secuestrar radicales libres que causan oxidación de las células (Leone et al., 2016).

Objetivo general.

Evaluar el efecto de la adición de harina de Chía y extracto de Moringa en la composición química, actividad antioxidante *in vitro* y aceptación sensorial de un yogurt durante su almacenamiento refrigerado.

Objetivos específicos.

Evaluar el efecto de la adición de harina de Chía y extracto de Moringa en la fermentación y almacenamiento refrigerado del yogurt (pH y acidez titulable). **2.** Determinar la composición química y aceptación sensorial del yogurt elaborado. **3.** Evaluar los cambios en la actividad antioxidante *in vitro* y el contenido de compuestos fenólicos totales del yogurt elaborado durante su almacenamiento (0, 7, 14 y 21 días) en refrigeración.

Metodología.

Harina de chía. Las semillas se molieron frescas en una licuadora y se almacenaron en refrigeración, hasta su posterior uso.

Extracto seco de Moringa. La harina de Moringa se obtuvo por infusión, se filtró y calentó a 50°C/3 días hasta obtener el extracto seco, el cual se almacenó en recipientes de vidrio color ámbar hasta su posterior uso (Caleja et al., 2016).

Elaboración del yogurt. Se usó leche entera comercial, se calentó hasta alcanzar 45°C (temperatura de inoculación).

Adición de ingredientes no lácteos. Se adicionó de manera separada 0.1% de extracto de Moringa, 0.5% de harina de Chía y una mezcla con ambos (Mix); se elaboró un control, el cual no contenía chía o moringa.

Inoculación de cultivos lácticos. El cultivo iniciador liofilizado marca YOGURTMET (*Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*), se adicionó después de los ingredientes no lácteos y se mantuvo a 42-45°C/6 h; al finalizar la fermentación, se refrigeró a 4°C para realizar los análisis posteriores.

Caracterización Sensorial. Se empleó una prueba afectiva de escala hedónica de 9 puntos, con un panel de 50 jueces no entrenados, que evaluaron los atributos de color, aroma, textura, sabor y aceptación general.

Composición química proximal. Se realizó por metodología de la AOAC (1997), determinando el contenido de humedad, cenizas, grasas, fibra y proteína de las cuatro

muestras. pH. Se midió directamente con el electrodo del potenciómetro. Acidez titulable. Se midió durante la fermentación y el almacenamiento siguiendo la NOM-185-SSA1-2002. El resultado se reportó como % ácido láctico. Ensayo ABTS. El radical se formó a partir de una solución de $K_2S_2O_8$ 70 mM con una solución de ABTS 2mM. Se ajustó la absorbancia del radical 0.7 ± 0.1 a 734 nm. Se colocan 100 μ L de la muestra con 1900 μ L de ABTS. Los resultados se expresaron en porcentaje de inhibición del radical. Contenido de compuestos fenólicos. Determinado por el método de Wei et al., 2011, con ligeras modificaciones. Las muestras se leyeron a 725nm. Los resultados se expresaron como mg de equivalentes de ácido gálico (EAG) por 100g de muestra (Cho et al., 2017).

Resultados.

pH y acidez titulable. Durante la fermentación se muestra una tendencia de reducción del pH en los 4 tratamientos, donde los tratamientos Control, Chía y Moringa, alcanzaron un pH de 4.85, 4.83 y 4.63, respectivamente; en cuanto al ácido láctico, alcanzaron valores de 0.76, 0.70 y 0.90 %, respectivamente. En pruebas preliminares, la muestra Mix obtuvo un pH de 6.22 y acidez de 0.46 % al mismo tiempo de fermentación, por lo que se incrementaron los sólidos totales (leche en polvo) para aumentar la consistencia y viscosidad del producto, propiedades relacionadas con la disminución de pH y la formación de ácido láctico (Mart, 2003). Con un porcentaje de 6.5%, se logró alcanzar un pH de 4.8 y un porcentaje de ácido láctico de 0.8 %, condiciones cercanas a las ideales del yogurt. Durante el almacenamiento (21 días) ocurrió una post- acidificación; observando tendencia al aumento de ácido láctico conforme avanzaban los días de almacenamiento; en el caso del pH, se puede observar que este disminuyó de manera paulatina (tabla 1).

Tabla 1 Valores de pH y porcentaje de ácido láctico (%AL) durante almacenamiento (4°C) de los yogurts tratados en almacenamiento.

Tiempo (días)	Control		Moringa		Chía		Mix	
	pH	% AL	pH	% AL	pH	% AL	pH	%AL
0	4.63 ± 0.05 ^b	1.18 ± 0.15 ^a	4.46 ± 0.04 ^a	1.13 ± 0.02 ^a	4.42 ± 0.02 ^a	1.20 ± 0.04 ^a	4.88 ± 0.03 ^c	1.06 ± 0.00 ^a
7	4.41 ± 0.00 ^c	1.18 ± 0.01 ^a	4.35 ± 0.01 ^b	1.24 ± 0.01 ^b	4.24 ± 0.00 ^a	1.41 ± 0.02 ^d	4.59 ± 0.02 ^d	1.31 ± 0.02 ^c
14	4.37 ± 0.22 ^c	1.24 ± 0.03 ^a	4.31 ± 0.01 ^b	1.30 ± 0.02 ^b	4.16 ± 0.01 ^a	1.46 ± 0.03 ^c	4.47 ± 0.00 ^d	1.53 ± 0.00 ^d
21	4.14 ± 0.01 ^c	1.39 ± 0.05 ^a	4.07 ± 0.00 ^a	1.42 ± 0.00 ^b	4.10 ± 0.02 ^b	1.84 ± 0.01 ^d	4.40 ± 0.01 ^d	1.63 ± 0.11 ^c

Letras diferentes entre columnas representan diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos de acuerdo con Duncan ($p \leq 0.05$)

Según Shori (2013) la acción metabólica residual de las bacterias lácticas contribuye a una acumulación de ácidos orgánicos, tales como los ácidos acético, láctico, butírico, fórmico y acetaldehído por la actividad de la β -galactosidasa, que es liberada por las bacterias lácticas para cortar la lactosa. Composición química proximal. El análisis proximal realizado en los yogurts Control, Moringa, Chía y Mix se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2 Composición proximal de yogurts con ingredientes no lácteos (%).

Muestra	Humedad	Cenizas	Grasas	Fibra	Proteína
Control	82.76 ± 0.24 ^b	1.06 ± 0.01 ^c	8.32 ± 0.85 ^{ab}	n.d*	4.30 ± 0.26 ^a
Moringa	82.99 ± 1.29 ^b	1.01 ± 0.00 ^b	5.30 ± 1.68 ^a	n.d*	5.42 ± 0.03 ^b
Chía	83.47 ± 0.24 ^b	1.00 ± 0.02 ^b	11.82 ± 1.47 ^{bc}	16.05 ± 5.60 ^b	5.70 ± 0.16 ^b
Mix	81.61 ± 0.11 ^a	0.09 ± 0.00 ^a	14.25 ± 1.92 ^c	7.19 ± 0.77 ^a	5.75 ± 0.13 ^b

Letras diferentes entre filas representan diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos de acuerdo con Duncan ($p \leq 0.05$) * No detectable



La humedad no presenta diferencia significativa ($p \leq 0.05$) en los tratamientos Control, Moringa y Chía; sin embargo, el Mix presenta diferencia significativa entre tratamientos ($p \leq 0.005$), los valores van de 81.61 a 83.47%, siendo la formulación de Chía la que presenta mayor contenido de humedad. En el contenido de grasas, existe diferencia significativa ($p \leq 0.005$) entre los yogurts Chía y Mix, respecto al Control y al tratamiento con Moringa, el rango de valores fue de 5.30 a 14.25%, siendo la formulación del Mix el tratamiento que presenta mayor porcentaje de grasa. Los tratamientos Control y Moringa, muestran que el contenido de fibra es mínimo, por eso es no detectable; los tratamientos Chía y Mix tuvieron valores de 16.05 y 7.19, respectivamente. En proteínas, los tratamientos Moringa, Chía y Mix no tuvieron diferencia significativa ($P \leq 0.05$), a comparación del Control, que tuvo valor más bajo (4.30%). Cabe destacar que los valores obtenidos se encuentran dentro de los límites permisibles que maneja la NOM-181-SCFI-2010. Análisis Sensorial. Se realizó utilizando una prueba hedónica de 9 puntos. En la Tabla 3 se muestran los resultados obtenidos:

Tabla 3 Evaluación sensorial de yogurts experimentales.

Muestra	Olor	Color	Sabor	Textura	Aceptación General
Control	6.84 ± 1.033 ^b	7.42 ± 0.916 ^b	6.20 ± 1.245 ^b	6.95 ± 1.019 ^b	6.75 ± 0.856 ^a
Moringa	6.80 ± 1.041 ^b	7.40 ± 0.981 ^b	4.91 ± 1.479 ^a	7.07 ± 0.850 ^b	6.15 ± 1.369 ^b
Chía	6.78 ± 1.060 ^b	6.76 ± 1.171 ^a	4.78 ± 1.508 ^a	6.13 ± 1.390 ^a	6.04 ± 1.326 ^b
Mix	6.27 ± 1.420 ^a	6.93 ± 1.156 ^a	5.953 ± 1.511 ^b	6.82 ± 1.014 ^b	5.95 ± 1.511 ^b

Letras diferentes entre filas indican diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos según Duncan ($p \leq 0.05$)

Las muestras de yogurt fueron probadas un día después de su elaboración; al comparar los resultados, el yogurt control sigue mostrando un mayor agrado en la mayoría de los campos evaluados, siendo un resultado esperado; en aceptación general, no hay diferencia estadísticamente significativa ($p \leq 0.005$) en los tratamientos Moringa, Chía y Mix. Los



comentarios de los panelistas fueron positivos acerca de los tratamientos presentados. *Contenido de compuestos fenólicos totales.* Los valores (Tabla 4) en el día cero de almacenamiento entre tratamientos, muestran diferencia significativa ($p \leq 0.005$), éstos van de 102.91 a 196.24 mg EAG/100 mg de muestra, destacando que el tratamiento con el valor más alto fue el yogurt Mix; este mismo comportamiento se presentó en el último día de almacenamiento, el yogurt Mix presentó diferencia respecto a los demás tratamientos, teniendo un valor mayor de 313.79 mg EAG/100 mg.

Tabla 4 Contenido de fenoles totales en mg EAG/100 mg de yogurt de los tratamientos en estudios de almacenamiento.

Tiempo (días)	Control	Moringa	Chía	Mix
0	102.91 ± 2.81 ^a	133.70 ± 3.03 ^b	176.45 ± 1.95 ^c	196.24 ± 1.63 ^d
7	148.14 ± 0.16 ^a	161.15 ± 1.68 ^b	187.73 ± 8.42 ^c	232.32 ± 0.60 ^d
14	212.45 ± 3.64 ^b	194.31 ± 2.02 ^b	162.84 ± 10.27 ^a	280.95 ± 6.56 ^d
21	168.56 ± 3.97 ^a	174.35 ± 1.86 ^a	259.56 ± 6.15 ^b	313.79 ± 15.71 ^c

Letras diferentes entre columna indican diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos según Duncan ($p \leq 0.05$).

Ensayo ABTS. Los resultados (Tabla 5) demostraron que en el día cero de almacenamiento existe diferencia significativa ($p \leq 0.005$) entre los 4 tratamientos, los valores van de 60.66 a 95.10 % de inhibición, donde el que presentó el mayor porcentaje fue el tratamiento Mix; este mismo comportamiento se desarrolló durante los días restantes de almacenamiento. En el día 21 de almacenamiento, existe diferencia significativa ($p \leq 0.005$), donde el yogurt Mix destacó con un porcentaje mayor de inhibición con un valor de 97.03 %, a comparación de los demás tratamientos.

Tabla 5 Inhibición del radical ABTS expresado en porcentaje (%) de los yogurts tratados durante el almacenamiento.

Muestra/día	0	7	14	21
Control	60.66 ± 0.73 ^a	82.30 ± 0.43 ^a	75.53 ± 3.25 ^a	66.03±0.86 ^a
Moringa	80.86 ± 0.37 ^b	82.83 ± 0.92 ^a	83.40±1.12 ^b	90.40±0.36 ^b
Chía	93.53 ± 1.34 ^c	93.76 ± 0.58 ^b	92.03±3.57 ^c	93.36±1.20 ^c
Mix	95.10 ± 0.17 ^d	98.53 ± 0.20 ^c	96.23±0.05 ^c	97.03±1.11 ^d

Letras diferentes entre columna indican diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos según Duncan ($p \leq 0.05$).

Conclusiones.

La adición de Moringa y Chía al yogurt no afecta el proceso de fermentación del producto. En el almacenamiento de los productos, los cuatro tratamientos sufrieron una post acidificación, por lo que existió un mayor porcentaje de ácido láctico y disminución de pH. En la actividad antioxidante, la adición de Moringa y Chía, especialmente en el tratamiento Mix, presentó mayor porcentaje de inhibición de radicales en el ensayo de ABTS, y mayor contenido de compuestos fenólicos, por lo se podrían atribuir estos resultados a las propiedades antioxidantes que aportan estos componentes. Finalmente, se puede concluir que la adición de Chía y Moringa puede ser una opción para presentar un producto funcional con actividad antioxidante. Sin embargo, hay que realizar más estudios al respecto.

Referencias.

- Ahmed, I., Mabood, I., & Suraiya, J. (2016). Development in osmotic dehydration technique for the preservation of fruits and vegetable. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 34, 29-43.
- Arana Sánchez, A., Estarrón Espinoza, M., Obledo Vázquez, E., Padilla Camberos, E., Silva Vázquez, R., & Lugo Cervantes, E. (2010). Antimicrobial and antioxidant activities



- of Mexican spices essential oils with different composition when microencapsulated. *Applied Microbiology*, 50, 585-590.
- Benavides, S., Cortés, P., Parada, J., & Franco, W. (2016). Development of alginate microspheres containing thyme essential oil using ionic gelation. *Food Chemistry*, 204, 77-83.
- Ciurzynska, A., Kowalska, H., Czajkowska, K., & Andrzej, L. (2016). Osmotic Dehydration of sustainable and healthy food. *Trends in Food Science and Technology*, 50, 186-192.
- CONPAPA. (10 de Noviembre de 2017). Confederación Nacional de Productores de Papa de la República Mexicana. Obtenido de <http://www.conpapa.org.mx/index.php/blog/item/6-la-papa-valor-nutritivo-y-sanidad-alimentaria>
- Donst, F., & Ferrari, G. (2016). Essential oil nanoemulsions as antimicrobial agents in food. *Journal of Biotechnology*, 233, 106-120.
- Fernandes, F., Gallao, M., & Rodrigues, S. (2008). Effect of osmotic dehydration and ultrasound pre-treatment on cell structure: Melon dehydration. *LWT*, 41, 604-610.
- Gao, M., Feng, L., & Jiang, T. (2014). Browning inhibition and quality preservation of button mushroom by essential oils treatment. *Food Chemistry*(149), 107-113.
- Hong-jia, L. L., Wang, W.-z., & Chen Ling, L. B. (2011). Effect of ultrasound in combination with food additives on polyphenol oxidase activity. *International Conference on Human Health and Biomedical Engineering*, (págs. 19-22). Jilin, China.
- INEGI. (10 de Noviembre de 2017). Cuéntame sobre México. Obtenido de <http://cuentame.inegi.org.mx/economia/primarias/agri/default.aspx?tema=E#sp>
- Jia Xue, P., Davidson, M., & Qixin, Z. (2015). Antimicrobial activity of thyme oil co-nanoemulsified with sodium caseinate and lecithin. *International Journal of Food Microbiology*, 210, 1-8.



- Sotelo Boyás, M., Correa Pacheco, Z., Bautista Baños, S., & Gómez y Gómez, Y. (2017). Release study and inhibitory activity of thyme essential oil-loaded chitosan nanoparticles and nanocapsules against foodborne bacteria. *International Journal of Biological Macromolecules*, 103, 409-414.
- Sukhonthara, S., Kaewba, K., & Theerakulkait, C. (2016). Inhibitory effect of rice bran extracts and its phenolic compounds on polyphenol oxidase activity and browning in potato . *Food Chemistry*, 922-927.
- Tecnoagrícola. (15 de Noviembre de 2017). Obtenido de <http://www.tecnicoagricola.es/condiciones-de-almacenamiento-de-la-patata/>
- Volnová, B., Musilová, J., Hrabovska, D., Judith, B., & Kavalconá, K. (2015). The research of total polyphenols content and their changes in different varieties of potatoes. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Science*, 181-184.

TI12-PROIN-007-L

FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE UNA PASTA DE TOMATE (*Solanum lycopersicum L.*) POR LA ADICIÓN DE CÁSCARA Y SEMILLA DESHIDRATADA

¹Rodríguez-Luque, S.*, ¹Ponce-Fernández N. E., ¹Pollorena-López G., ¹Rosas-Domínguez C., ¹López-Peñuelas V. M.

¹Instituto Tecnológico Superior de Guasave. México. Carretera Internacional y entronque a la Brecha. Ej. El Burrioncito, Guasave, Sinaloa.

sarahRI2193@hotmail.com

PROCESAMIENTO E INNOVACIÓN, INVESTIGACIÓN LICENCIATURA

Resumen.

Sinaloa ocupa el primer lugar nacional en producción de tomate con 937,796 ton (SIAP, 2018); sin embargo, las condiciones del mercado limitan la exportación y comercialización de producto fresco, por lo que no solo es necesario darle valor agregado de forma tradicional, sino mejorar los procesos de producción actuales, minimizando rezago y tiempo de procesamiento. El objetivo fue formular y evaluar el rendimiento de una pasta de tomate (*Solanum lycopersicum L.*) adicionada con cáscara y semilla deshidratada. Se elaboraron cuatro formulaciones: pasta control (PC), pasta adicionada con 1% (P1), 1.5% (P1.5) y 3% (P3) de cáscara y semilla deshidratada, mediante una línea de producción que incluye desinfección al 0.01% de NaClO, escaldado a 90°C por 2 min, despulpado y posteriormente se evaporó en el equipo de procesamiento (De Lorenzo, DL LAB50) con una alimentación de vapor a 110°C y 2 atm. Para P1, P1.5 y P3, la cáscara y semilla obtenida del despulpado, se secó en bandejas por 6h a 70°C, se pulverizó y se agregó a P1, P1.5 y P3 antes del proceso de evaporación; al final se realizó un balance de materia para determinar el rendimiento. Se realizó un ANOVA de una vía y las diferencias entre las medias se evaluaron mediante la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$). Las formulaciones obtenidas se mantuvieron entre 21-27°Brix. El rendimiento mayor se presentó en P3 con 19.49kg por cada 100kg de alimentación (que representa el 12.31% de semilla y cáscara de la pasta) sin diferencia significativa ($p < 0.05$) con PC=18.465kg, P1=18.465kg y P1.5=18.689kg. Sin embargo, el tiempo de procesamiento



presentó diferencia significativa ($p \leq 0.05$) entre PC y los demás tratamientos reduciéndolo hasta en un 40%. La adición de cáscara y semilla a los tratamientos aumenta el rendimiento de la producción y disminuye el tiempo de procesamiento. De acuerdo a los resultados, el producto puede clasificarse como pasta o concentrado de tomate de acuerdo a la concentración de sólidos solubles (NMX-F-025-1982).

Palabras clave: Pasta de tomate, rendimiento, cáscara y semilla, tiempo de procesamiento.

Introducción. En 2017, Sinaloa ocupó el primer lugar nacional en producción de tomate con 937,796 ton (SIAP, 2018); sin embargo, las condiciones del mercado limitan la exportación y comercialización de producto fresco, exportando desde 50 hasta 98% y el resto, puede ser aprovechado por la industria alimentaria, ya que según FIRA (2019), se busca el fomento a la industrialización. Tan solo en 2017, en la región centro-norte y norte de Sinaloa, se produjeron 72,520 toneladas de tomate con una rezaga, es decir, que no cumple con características de exportación, del 26% (Clúster Hortaliceros, 2018).

Además del sabor y aroma, el contenido de ingredientes nutritivos y antioxidantes naturales hace que las pastas de tomate sean uno de los alimentos más consumidos en muchos países. La pasta, el jugo de tomate y productos similares proporcionan una variedad para los consumidores en la industria alimentaria y permiten consumir estos productos sensibles fuera del período de producción normal (Büyükbay *et al.*, 2009). Toor y Savage (2005), demostraron la importancia de consumir tomates incluyendo piel y semillas, con el fin de obtener los máximos beneficios a la salud, por lo que no solo es necesario darle valor agregado de forma tradicional, sino mejorar los procesos de producción actuales, minimizando pérdidas de producto y tiempo de procesamiento.

Objetivo general.

Formular y evaluar el rendimiento de una pasta de tomate (*Solanum lycopersicum L.*) adicionada con cáscara y semilla deshidratada.

Objetivos específicos.

Formular una pasta de tomate adicionada con cáscara y semilla deshidratada y evaluar el rendimiento de una pasta de tomate adicionada con semilla y cáscara con respecto no hacerlo mediante balance de materia.

Metodología.

Se utilizaron tomates saladette (*Solanum lycopersicum L.*), obtenidos en la región de Guasave, Sinaloa, en el ciclo 2018-2019, a través del Cluster Hortaliceros Unidos de Sinaloa A.C.

Se elaboraron cuatro formulaciones: pasta control (PC), pasta adicionada con 1% (P1), 1.5% (P1.5) y 3% (P3) de cáscara y semilla deshidratada. Para el proceso de producción, el tomate se seleccionó considerando estándares de calidad, cuidando ausencia de golpes y hongo, asegurando color rojo que indique madurez. Posteriormente, se eliminó materia extraña y se pesó. Para la desinfección, se sumergió el tomate en solución de NaClO al 0.01% por 5 min. Después se escaldó a 90°C por 2 min y se separó la pulpa de tomate, de la cáscara y semilla en la despulpadora (DF600 3F, JAVAR), y se pesó. Para PC, la pulpa se evaporó en el módulo polivalente de procesamiento (De Lorenzo, DL Lab 50), con una alimentación de vapor a 110°C y 2 atm; al final se midieron los °Brix. La semilla y cáscara se secó en un secador de bandejas a 70°C por 6h y se pulverizó para agregarse a P1, P1.5 y P3, antes del proceso de evaporación. Posteriormente, el producto envasado al vacío se etiquetó, pesó y almacenó a temperatura ambiente para proceder al balance de materia y determinación del rendimiento. El diseño experimental fue completamente aleatorio, los tratamientos fueron (PC, P1, P1.5 y P3), por triplicado y los datos obtenidos se evaluaron con un ANOVA de una vía (MINITAB 16). Las diferencias entre las medias se evaluaron mediante la prueba de rango múltiple de Tukey con un nivel de confianza de 95%.

Resultados y análisis.

Las formulaciones obtenidas se mantuvieron entre 21-27 °Brix, que de acuerdo a la NMX-F-025-1982, puede clasificar el producto como pasta de tomate, si se encuentra con al menos 25% de sólidos solubles libres de sal, o como concentrado de tomate (puré), cuando es 7-



24% (CODEX STAN 57-1981). De acuerdo lo anterior, un valor Brix alto indica que los tomates con un contenido de materia seca se procesan y gastan más energía para eliminar el agua, mientras que un valor Brix más bajo, indica un producto más barato porque utiliza menos energía para eliminar el agua (Wilkerson *et al.*, 2013).

En la tabla 1, se muestra el rendimiento con respecto a los tratamientos y el porcentaje real de semilla y cáscara deshidratada con respecto a la pasta producida. La alimentación de tomate al proceso fue de $100\text{kg}\pm 3$, y el rendimiento mayor lo presentó P3 con $19.49\text{kg}\pm 0.27$, es decir que, por la evaporación, se obtuvo 12.31% de semilla y cáscara real con respecto a la pasta obtenida. P3 no presentó diferencia significativa ($p < 0.05$) entre $\text{PC}=18.465\text{kg}\pm 0.09$, $\text{P1}=18.465\text{kg}\pm 0.9$ y $\text{P1.5}=18.689\text{kg}\pm 0.76$. Lo anterior se atribuye a que los porcentajes de adición de semilla y cáscara deshidratada fueron bajos (1-3%), debido a las condiciones de operación del DL Lab50, y sobre todo al cambio en la textura en la pasta.

Tabla 1. Rendimiento de las pastas producidas y porcentaje real de semilla y cáscara deshidratada.

Tratamiento	Rendimiento (kg)	Porcentaje real de semilla y cáscara deshidratada en la pasta (%)
PC	18.465 ± 0.09	0
P1	18.465 ± 0.9	4.33
P1.5	18.689 ± 0.76	6.42
P3	19.49 ± 0.27	12.31

Por otra parte, el tiempo de procesamiento presentó diferencia significativa ($p \leq 0.05$) entre PC (185 min) y los demás tratamientos P1(120 min), P1.5(112.33 min) y P3(102.5 min), reduciéndolo hasta en un 40%, es decir, a mayor concentración de semilla y cáscara deshidratada, el tiempo de procesamiento fue menor (figura 1).

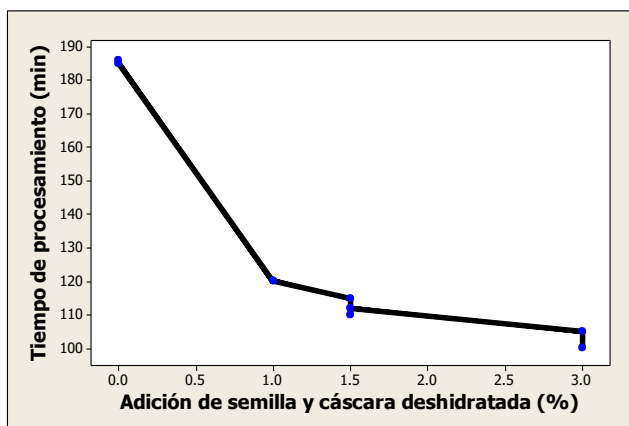


Figura 1. Tiempo de procesamiento en función al porcentaje de adición de semilla y cáscara deshidratada.

Conclusiones y/o recomendaciones.

La adición de cáscara y semilla a los tratamientos, aumenta el rendimiento de la producción y disminuye el tiempo de procesamiento. De acuerdo a los resultados, el producto puede clasificarse como pasta o concentrado de tomate de acuerdo a la concentración de sólidos solubles (NMX-F-025-1982 y CODEX STAN 57-1981). El equipo DL LAB 50 es un equipo didáctico, por lo que se recomienda hacer adecuaciones que optimicen el proceso y permitan el aumento del contenido de semilla y cáscara deshidratada. Además, es necesario documentar resultados sobre investigaciones que reflejen la optimización de los procesos de producción de pasta de tomate, específicamente en rendimiento y tiempo de procesamiento.

Referencias.

- Büyükbay, E.O., Sayılı, M., y Öz, M.U. (2009). The relationship between socio-economic characteristics and sauce consumption of consumers: case of Tokat province. *Electron. J. Food Technol.* 4 (1), 1–7 .
- Clúster Hortaliceros Unidos de Sinaloa. (2018). Rendimientos y Producción en Clúster Hortícola en la zona centro-norte y norte de Sinaloa 2017-2018. Recuperado de información en sitio.
- CODEX STAN 57-1981. NORMA DEL CODEX PARA EL CONCENTRADO DE TOMATE ELABORADO. Recuperado de www.fao.org/input/download/standards/237/CXS_057s.pdf



- Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA). (2019). Panorama Agroalimentario- Tomate rojo 2019. Recuperado de <https://www.fira.gob.mx/InfEspDtoXML/abrirArchivo.jsp?abreArc=65310>
- NMX-F-025-1982. Alimentos para humanos. Pasta de tomate envasada. Foods for humans. Packed tomato paste. Normas Mexicanas. Dirección General de Normas. Recuperado de <https://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-F-025-1982.PDF>
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). (2018). Atlas Agroalimentario 2012-2018 (1ra edición). Recuperado de https://nube.siap.gob.mx/gobmx_publicaciones_siap/pag/2018/Atlas-Agroalimentario-2018
- Toor, R. K., y Savage, G.P. 2005. Antioxidant activity in different fractions of tomatoes. *Food Res. Int.* 38:487–494.
- Wilkerson, E.D., Anthon, G.E., Barrett, D.M., Sayajon, G.F.G., Santos, A.M., y Rodriguez-Saona, L.E. (2013). Rapid assessment of quality parameters in processing tomatoes using hand-held and benchtop infrared spectrometers and multivariate analysis. *J. Agric. Food Chem.* 61 (9), 2088–2095.



TI12-PROIN-017-PM
INCORPORACIÓN DE NANOPARTÍCULAS CON ACEITE ESENCIAL DE
TOMILLO (*Thymus vulgaris*) MEDIANTE ULTRASONIDO PARA LA
INHIBICIÓN DEL OSCURECIMIENTO ENZIMÁTICO EN PAPA (*Solanum*
***tuberosum*).**

¹Ojeda Piedra S.A.* y ¹Zambrano-Zaragoza M.L.

¹Universidad Nacional Autónoma de México, FES – Cuautitlán. Laboratorio de Procesos de Transformación y Tecnologías Emergentes de Alimentos. Km 2.5 Carretera Cuautitlán–Teoloyucan, San Sebastián Xhala, Cuautitlán Izcalli, Estado de México, CP. 54714, México. sergio_ojedapiedra@hotmail.com*

PROCESAMIENTO E INNOVACIÓN, INVESTIGACIÓN POSGRADO MAESTRÍA

Resumen.

Durante el presente trabajo se evaluaron las variables de proceso del ultrasonido empleado como método de infiltración de aceite esencial de tomillo (*Thyme vulgaris*) nanoparticulado en papa fresca cortada (*Solanum tuberosum*) sobre la concentración de polifenoles totales, del oscurecimiento enzimático debido a la polifenol oxidasa (PPO) y su relación con la variación del color del producto al exponerlo por 24 horas en condiciones ambientales. Se variaron los ciclos de trabajo (DC) y potencia de salida (OP), obteniendo resultados estadísticamente significativos. Se encontró que a unas condiciones de trabajo de 10.0 W y ciclos de 70.0% se inhibió la actividad PPO en un 81.52% y se conservó en 65.75% la concentración de los polifenoles totales al compararlo con papa sin tratamiento; esto influye en la menor variación del índice de oscurecimiento y de color.

Palabras clave: Nanopartículas, ultrasonido, aceites esenciales.

Introducción.

La papa (*Solanum tuberosum*) es un tubérculo comestible de origen sudamericano; actualmente en México se destinan 68 mil hectáreas para su cultivo, produciendo 1.8 millones de toneladas anuales siendo Sonora (24.1%) el mayor productor (INEGI, 2017). La papa contiene polifenoles que son metabolitos secundarios empleados durante su crecimiento y

afectan a la calidad organoléptica final; en la salud humana actúan como antioxidantes y agente quelante en iones metálicos (Volnová et al., 2015).

Las reacciones de oscurecimiento son un problema en el procesamiento de la papa, debido a la enzima polifenoloxidasas que cataliza la transformación de los compuestos fenólicos en pigmentos. La enzima se activa al generarse daño celular, limitando su tiempo útil (Sukhonthara et al., 2016). Una posible solución para su conservación es recibir pretratamiento previo a su transformación como el ultrasonido (Fernandes et al., 2008). El aceite esencial de tomillo (*Thymus vulgaris*) ha sido empleado en procedimientos de conservación por tener compuestos fenólicos como el timol y el carvacrol, empleados para inhibir la acción enzimática (Sotelo Boyas et al., 2017); al nanoencapsularlo se preservan sus propiedades funcionales al prevenir oxidación y volatilización debido a las condiciones ambientales; adicionalmente se mejora la solubilidad y difusión en la matriz del alimento (Arana Sánchez et al., 2010).

Objetivo.

Evaluar los efectos de las condiciones de proceso (OP, DC) del tratamiento con ultrasonido para la infiltración del aceite esencial de tomillo nanoparticulado sobre las variaciones de color debida al oscurecimiento enzimático en papa fresca cortada, evaluando la actividad de la enzima polifenol oxidasa (PPO) y su dependencia de la concentración de los polifenoles totales.

Metodología.

Se emplearon papas blancas (*Solanum tuberosum*) adquiridas en la central de abastos de Iztapalapa en Ciudad de México; el producto fue lavado y desinfectado previo al pelado y corte, se ocupó un cortador Nicer Dicer© para obtener un tamaño homogéneo (1.2 cm)³.

Las nanopartículas se formaron por nanoprecipitación con un composito de zeína-lecitina como agente barrera y aceite esencial de tomillo (*Thymus vulgaris*) a una concentración de 1 µl/ml y alcohol polivinílico (PVA) como estabilizante. Se caracterizaron con un Zetasizer Nano ZS de Malvern©, obteniendo un tamaño de partícula promedio de 320 nm ± 18, índice de polidispersión PDI de 0.081 ± 0.016, eficiencia de encapsulación del 77.53% ± 0.05 y



potencial zeta (ζ) de $-1.06 \text{ mV} \pm 0.04$. Para la infiltración de las nanopartículas a la papa se ocupó un equipo UP200Ht de Hielsher ©, ocupando el sonotrodo de vidrio S26d25G. Para la operación se variaron el poder de salida (10.0 y 20.0 W) y los ciclos de trabajo (70.0 y 100.0 %) durante un minuto de inmersión del producto en la solución con nanopartículas.

Se empleó el espectrofotómetro CM-700d de Konica Minolta© y la escala $L^*a^*b^*$, se obtuvieron los parámetros respuesta ΔE (diferencia de color), ΔL (diferencia luminosidad) e índice de oscurecimiento (BI) para la superficie de papa expuesta, por 24 horas a condiciones ambientales.

Para evaluar la actividad PPO, se realizaron extractos enzimáticos triturando la papa en buffer de fosfatos de sodio a un pH de 7.0 y 0.5% de polivinil pirrolidona (PVPP), se centrifugó por 20 minutos a 4°C a 13,000 rpm. Se midió la actividad enzimática mediante el incremento de la absorbancia del extracto enzimático y catecol 50 mM a una longitud de onda de 420 nm a 25°C en un espectrofotómetro Génesis 10s UV/Vis de Thermo Scientific© por 3 minutos (Sukhontara et al., 2016).

El extracto para la medición de polifenoles totales se hizo con metanol y se dejó en reposo por 2 horas, se centrifugó por 20 minutos a 4°C a 6,000 rpm. Se emplearon 100 μl del extracto en 3 ml de agua destilada y el Reactivo de Folin-Ciocalteu; posterior a 8 minutos de espera en la oscuridad, se agregaron 750 μl de solución de carbonato de sodio saturada y se reposó por 30 minutos, se leyó la absorbancia a una longitud de onda de 765 nm contra una curva de ácido gálico. Todas las pruebas se realizaron por triplicado.

Para evaluar los efectos de la variable de proceso en la infiltración con ultrasonido en papa del aceite esencial de tomillo sobre la actividad enzimática PPO y relacionar sus efectos en las variaciones del color en la superficie del producto, se empleó el programa Minitab 18© donde se usó un diseño factorial completo ($\alpha=0,05$).

Resultados y análisis.

Polifenoles Totales: Se encontró un efecto dependiente significativo ($\alpha=0.05$) de la potencia de salida (OP) sobre la modificación en la concentración de los polifenoles totales con un coeficiente de correlación de -0.641, ya que, a una mayor potencia del ultrasonido, se promueve un mayor rompimiento celular y una liberación de polifenoles totales y aumento

de su biodisponibilidad (Gao et al., 2014.) No se encontró una relación significativa con los ciclos de trabajo (DC) empelados (70.0 y 100.0%), implicando que el rompimiento celular se da al comienzo del tratamiento, indicando ciclos continuos o reposo no afectan en este proceso. También se encontró un coeficiente de correlación de 0.843 con %PPO, encontrándose un efecto proporcional en la inhibición con la conservación de los polifenoles totales al no emplearse como sustrato en la reacción de oscurecimiento.

Polifenol oxidasa: La OP tiene un coeficiente de variación inversa de -0.651 con el %PPO; esto se puede relacionar con el empleo del menor poder de 10.0 W, donde se encuentra una mayor conservación de polifenoles totales, influyendo en la actividad PPO. Se encontró un %PPO de 81.52% en ciclos de 70.0% y de 57.75% en ciclos del 100.0%, esto es estadísticamente significativo contra los mismos, empleando 20.0W (53.35% y 47.10%, respectivamente), esto es debido a un mayor efecto de la cavitación a mayor OP, generando desnaturalización e inactivación parcial de las enzimas (Hong-Jia et al., 2011). Aunque los ciclos no tuvieron un efecto significativo en el tratamiento, al comparar ciclos iguales a diferentes OP, se ve una mayor disminución del %PPO en ciclos intermitentes (70.0%), esto debido a que las ondas de ultrasonido intermitentes causan un efecto de esponja dentro del alimento, al comprimir y expandir los tejidos, facilitando la cavitación sin daño estructural, incrementando la transferencia de masa que facilitan el ingreso del aceite de tomillo nanoparticulado, permitiendo ganancia de antioxidantes en la papa, dificultando la acción de la enzima PPO (Fernandes et al., 2008).

Variaciones de Color: Al evaluar el ΔL no se encontró variación significativa; sin embargo, la variación en el color ΔE fue significativa; este cambio se apreció en los ejes a^* y b^* ; para el tratamiento 10.0W con ciclos del 70.0% se obtuvo en a^* de valores negativos (verde -0.89) a valores positivos (rojo 1.89), mientras que en el eje b^* se disminuyeron los valores, pasando de un color amarillo (21.49) a color azul (17.53). Se obtuvo un coeficiente de correlación de 0.769 de BI con ΔE , ambos afectados principalmente por la variación del OP, siendo la potencia de 10.0W la que menores cambios generó. Al evaluar las diferencias generadas a 10.0 W, se encontró un menor valor a 70.0%, valores de 1.04 en ΔE y de 4.59 para 100.0%, mientras que para BI los resultados fueron 0.41 y de 3.72.



Conclusiones y/o recomendaciones.

Se encontró que la potencia de salida 10.0 W con ciclos de trabajo al 70.0% son las condiciones más adecuadas para el pretratamiento de la papa con ultrasonido y la infiltración del aceite de tomillo nanoparticulado, al inhibir el daño celular que permitiría la liberación de los polifenoles totales y generar la cavitación necesaria para la inactivación de la enzima polifenol oxidasa, obteniendo menores variaciones en ΔE y en BI.

Agradecimientos. Se agradece al proyecto PAPPIT 201617 de la DGAPA y al programa PIAPI 1801 por su apoyo para la realización de este trabajo.

Referencias.

- Arana Sánchez, A., Estarrón Espinoza, M., Obledo Vázquez, E., Padilla Camberos, E., SilvaVázquez, R. & Lugo Cervantes, E. (2010). Antimicrobial and antioxidant activities of Mexican spices essential oils with different composition when microencapsulated. *Applied Microbiology*, 50, 585-590.
- Benavides, S., Cortés, P., Parada, J. & Franco, W. (2016). Development of alginate microspheres containing thyme essential oil. *Food Chemistry*, 204, 77-83.
- Fernandes, F., Gallao, M. & Rodrigues, S. (2008). Effect of osmotic dehydration and ultrasound pre-treatment on cell structure: Melon. *LWT*, 41, 604-610.
- Gao, M., Feng, L. & Jiang, T. (2014). Browning inhibition and quality preservation of button mushroom by essential oils treatment. *Food Chemistry*(149), 107-113.
- Hong-Jia, L. L., Wang, W.-Z. & Chen Ling, L. B. (2011). Effect of ultrasound on polyphenol oxidase activity. *International Conference on Human Health and Biomedical Engineering*, (págs. 19-22). Jilin, China.
- INEGI. (10 de Noviembre de 2017). Cuéntame sobre México. Obtenido de <http://cuentame.inegi.org.mx/economia/primarias/agri/default.aspx?tema=E#sp>



- Sotelo Boyás, M., Correa Pacheco, Z., Bautista Baños, S. & Gómez y Gómez, Y. (2017). Release study and inhibitory activity of thyme essential oil-loaded chitosan nanoparticles and nanocapsules against foodborne bacteria. *International Journal of Biological Macromolecules*, 103, 409-414.
- Sukhonthara, S., Kaewba, K. & Theerakulkait, C. (2016). Inhibitory effect of rice bran extracts and its phenolic compounds on polyphenol oxidase activity and browning in potato . *Food Chemistry*, 922-927.
- Volnová, B., Musilová, J., Hrabovska, D., Judith, B., & Kavalconá, K. (2015). The research of total polyphenols content and their changes in different varieties of potatoes. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Science*, 181-184.

TI12-PROIN-019-L

EVALUACIÓN MEDIANTE EL MÉTODO DE BALL PARA CALCULAR EL TIEMPO DE TRATAMIENTO TÉRMICO DE PURÉ DE GARBANZO

¹Herrera-Rosales F. I.*, ¹Méndez-SaintMartin R., ¹Vázquez-Ciriaco A. D. , ¹Gijón-Arreortúa I.

¹Ingeniería en Alimentos, Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán, México. fih_riloki@hotmail.com

PROCESAMIENTO E INNOVACION, INVESTIGACIÓN LICENCIATURA

Resumen.

El análisis de la esterilización comercial en alimentos se realiza mediante el Método Fórmula de Ball, el cual calcula la letalidad de los procesos térmicos y el tiempo de tratamiento térmico. Los objetivos de este trabajo fueron: 1) evaluar el tratamiento térmico de puré de garbanzo, mediante el Método de Ball, para calcular el tiempo de muerte térmica y asegurar la esterilidad comercial; 2) determinar la secuencia de operación de un esterilizador comercial, mediante pruebas experimentales, para controlar las variables de operación en el proceso de esterilización. Puré de garbanzo natural fue envasado en bolsas pouch, las cuales fueron sometidas a un proceso de esterilización por tres minutos en una esterilizadora comercial. Con la historia térmica del alimento y la esterilizadora, se obtuvieron los parámetros adimensionales del Método de Ball: fh, tiempo que tarda la línea recta del período de calentamiento en cruzar un ciclo logarítmico; jh, factor de corrección de temperatura del periodo de calentamiento; fhU, y la letalidad, L. Estos parámetros permitieron calcular un tiempo de muerte, $F_{proceso} = 2.6$ min garantizando la esterilidad comercial, respecto a *Clostridium botulinum*, el cual requiere un valor de $FR = 2.5$ min, cuando la temperatura de 121 °C se mantuvo 3 min en la esterilizadora. Para determinar el funcionamiento del esterilizador comercial, se midió la temperatura dentro de la cámara de esterilización en cuatro diferentes puntos, mediante el uso de termopares. Esto permitió conocer la presión que debería marcar el manómetro del recipiente a presión y el manómetro de la cámara de



esterilización para que el equipo opere a 121 °C. Se llevaron a cabo varias pruebas con las cuales se obtuvo la secuencia de operación del equipo.

Palabras clave: esterilización, método de Ball, puré de garbanzo.

Introducción.

El consumo del garbanzo y en especial el puré de garbanzo, se ha difundido ampliamente. Debido a las condiciones de pH cercano a 5.1, actividad de agua alrededor del 0.98 y alto contenido en oligosacáridos, el puré de garbanzo es un producto muy adecuado para el crecimiento de microorganismos. Si en el envasado de este producto no se realiza ningún tratamiento, la vida útil del producto refrigerado es de 72h. En este caso, los microorganismos desarrollan un fuerte sabor agrio y generan una textura acuosa, lo que afecta la apariencia y aceptabilidad del producto (Cobelas & D'Agostino, 2016). Por lo cual, emplear un tratamiento térmico es necesario para eliminar el riesgo de una posible enfermedad provocada por la ingesta de este alimento, además de aumentar su vida de anaquel. El análisis de la esterilización comercial se realiza mediante el Método Fórmula de Ball, el cual calcula la letalidad de los procesos térmicos y el tiempo de tratamiento térmico.

Objetivo general

Evaluar el tratamiento térmico de puré de garbanzo, mediante el Método de Ball, para calcular el tiempo de muerte térmica y asegurar la esterilidad comercial.

Objetivos específicos.

- Determinar la secuencia de operación de un esterilizador comercial, mediante pruebas experimentales, para controlar las variables de operación en el proceso de esterilización.
- Obtener la historia térmica del alimento y el esterilizador, mediante pruebas experimentales, para determinar los parámetros adimensionales del Método de Ball.

Metodología:

Materiales y Equipo

Puré de garbanzo natural, condimentado con sal, pimienta, jugo de limón y aceite de oliva, envasado en bolsas pouch. Esterilizadora comercial de fabricación manual.

Funcionamiento de la esterilizadora: Para determinar el funcionamiento del esterilizador, se midió la temperatura dentro de la cámara de esterilización en cuatro diferentes puntos, mediante el uso de termopares (tipo K). Una vez obtenidos estos parámetros de control, se procedió a realizar pruebas con el alimento, para el evaluar el funcionamiento del equipo durante la esterilización comercial. El tiempo de esterilización de 3 min usado en las pruebas se determinó previamente en un autoclave de laboratorio.

Obtención historia térmica: El puré de garbanzo fue envasado en bolsas pouch, un termopar fue colocado en centro geométrico del empaque y otro fue colocado dentro de la cámara de esterilización a un lado del alimento. Para obtener la historia térmica del alimento y la esterilizadora, los datos fueron registrados mediante un registrador de temperaturas (Extech Instruments, Modelo SDL200). El proceso de esterilización se llevó a cabo por tres minutos. Pruebas con muestras control fueron realizadas en el laboratorio de microbiología de la FIQ, donde el autoclave permitió tener un control de las variables de proceso.

Resultados y Análisis.

La Figura 1 muestra la historia térmica de la cámara de esterilización en diferentes puntos; en ella se observa una distribución homogénea de la temperatura dentro de cámara de esterilización. Esto permitió conocer la presión que debería marcar el manómetro del recipiente a presión y el manómetro de la cámara de esterilización para que el equipo opere a 121 °C. El manómetro del recipiente a presión deberá marcar 2.5 kg/cm². Para mantener la lectura en el manómetro, se apagó y encendió la resistencia, lo cual permitió mantener una

temperatura de 121 °C. Se apagó la resistencia una vez que se mantuvo una temperatura de 121 °C por 3 min en la cámara de esterilización.

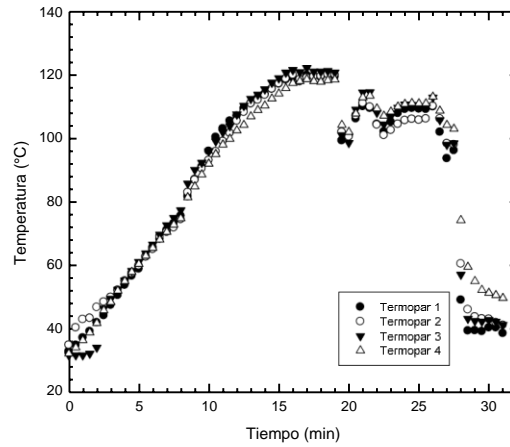


Figura 1. Historia térmica en diferentes puntos del esterilizador comercial.

La Figura 2 muestra la historia tiempo-temperatura en el esterilizador comercial y en el punto crítico (punto más frío) del puré de garbanzo natural, durante el proceso de esterilización de 3 min, respectivamente.

La Figura 3 muestra la historia térmica del alimento; con los datos obtenidos de este gráfico, se calcularon los siguientes parámetros adimensionales del Método de Ball: f_h , tiempo que tarda la línea recta del período de calentamiento en cruzar un ciclo logarítmico; j_h , factor de corrección de temperatura del periodo de calentamiento; $f_h U$, además de la letalidad, L . Estos parámetros permitieron calcular un tiempo de muerte, $F_{proceso} = 2.6$ min garantizando la esterilidad comercial, respecto a *Clostridium botulinum*, el cual requiere un valor de $FR = 2.5$ min, cuando la temperatura de 121 °C se mantuvo 3 min en el esterilizador.

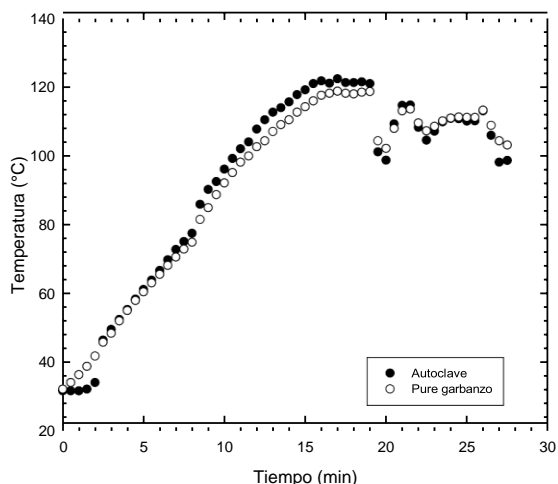


Figura 2. Historia térmica en la esterilizador comercial y en el puré de garbanzo cuando la temperatura a 121 °C se mantuvo 3 min.

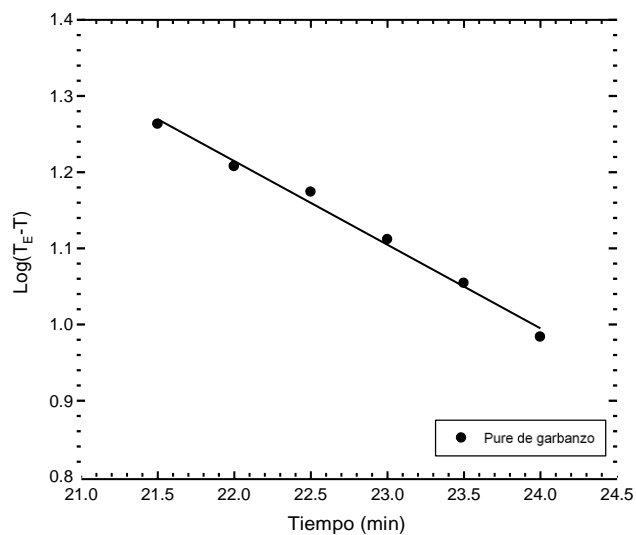


Figura 3. Curva semilogarítmica de la historia térmica de puré de garbanzo, cuando la temperatura a 121 °C se mantuvo 3 min.

Conclusiones y/o recomendaciones.

Los datos obtenidos en el esterilizador comercial, cuando el producto fue empacado en bolsa para vacío, permitieron obtener valores de $F_{proceso}$ mayores a 2.5 min, que es el tiempo de muerte térmica requerido respecto a *Clostridium botulinum*, garantizando la esterilidad comercial del producto. El proceso térmico de esterilización aplicado es una opción viable como método de conservación, ya que garantiza la esterilidad comercial del producto, se



recomienda un análisis sensorial para determinar el cambio de textura, sabor y color ocasionado por el tratamiento.

Referencias.

Cobelas, P., & D'Agostino, A. M. (2016). Estabilidad organoléptica en hummus de garbanzo tratados con métodos térmicos de conservación. Obtenido de Repositorio Digital de la Universidad Nacional de Córdoba: <http://hdl.handle.net/11086/4540>

Singh, P., & Heldman, D. (2009). Introducción a la ingeniería de los alimentos (Segunda ed.). Zaragoza: ACRIBIA, S.A.

TI12-PROIN-020-L

CARACTERIZACIÓN DEL COMPORTAMIENTO REOLÓGICO DE SOLUCIONES DE XILOGLUCANO EXTRAÍDO DE LAS SEMILLAS DE TAMARINDO

¹Herrera-Rosales F. I.*, ²Fuentes-Prado E., ¹Gijón-Arreortúa I.

¹Ingeniería en Alimentos, Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán, México. fih_riloki@hotmail.com. ²Ingeniería en Alimentos, Unidad Académica Multidisciplinaria Zona Huasteca, Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

PROCESAMIENTO E INNOVACIÓN, INVESTIGACIÓN LICENCIATURA

Resumen.

Los hidrocoloides son ampliamente usados en la industria de alimentos como espesantes, estabilizantes y emulsificantes. Por lo tanto, la caracterización de su comportamiento reológico es importante, ya que modifican los atributos de textura de un alimento. Esta información es útil en un gran número de aplicaciones industriales, la cual deberá tomarse en cuenta, para predecir cambios durante su aplicación en la formulación y producción de alimentos. El xiloglucano extraído de semillas de tamarindo, es un polisacárido disponible como subproducto de la industria de la pulpa de tamarindo. El objetivo de este trabajo fue la caracterización del comportamiento reológico de soluciones de xiloglucano extraído de las semillas de tamarindo (*Tamarindus indica*), mediante el análisis de curvas de flujo que relacionan la velocidad de deformación y el esfuerzo de cizalla, o la viscosidad, para indicar el tipo de comportamiento del material. El polisacárido usado en la preparación de las soluciones fue sometido a una reducción de tamaño de partícula y tamizado en una malla No. 200, para obtener un tamaño homogéneo, lo cual permitió una adecuada dispersión. Las soluciones de xiloglucano al 1%, 1.5%, 2% y 2.5% (p/p) mostraron un comportamiento no newtoniano fluidificante a la cizalla. Las mediciones de viscosidad pueden ser descritas por el modelo de Cross. La adición de polisacárido aumentó la viscosidad de la disolución.

Palabras clave: hidrocoloide, xiloglucano, comportamiento al flujo, curvas de flujo.



Introducción.

Los biopolímeros son hidrocoloides usados en la industria de alimentos como espesantes, estabilizantes y emulsificantes (Alpizar-Reyes et al., 2017). Los grupos hidroxilos presentes en el biopolímero xiloglucano aumenta la afinidad al agua siendo factor importante en dispersiones acuosas viscosas. Por lo que caracterizar el comportamiento reológico del xiloglucano es importante, ya que modifica el atributo de textura de un alimento (Alpizar-Reyes et al., 2018). Esta información es útil en un gran número de aplicaciones industriales, la cual deberá tomarse en cuenta, para predecir cambios durante su aplicación en la formulación y producción de alimentos. Además, el xiloglucano no puede ser metabolizado en el tracto intestinal humano, por lo que actúa como un agente de carga de alimentos bajo en calorías y potencialmente fibra (Alpizar-Reyes et al., 2017). El polisacárido xiloglucano obtenido a partir de las semillas de tamarindo es un potencial subproducto de la industria de la pulpa de tamarindo (Rodríguez, Menéndez, Fundora, & García, 2015).

Objetivo general.

Caracterizar el comportamiento reológico de soluciones de xiloglucano extraído de las semillas de tamarindo (*Tamarindus indica*), mediante el análisis de curvas de flujo.

Objetivos específicos.

- Homogenizar el tamaño de partícula de la muestra mediante tamizado, para una adecuada dispersión del biopolímero
- Determinar el comportamiento de flujo estacionario de soluciones de xiloglucano al 1%, 1.5%, 2% y 2.5%, para determinar su viscosidad.

Metodología.

Materiales.

Se usó xiloglucano en polvo extraído de semillas de tamarindo, y agua destilada para preparar las soluciones.

Preparación de las soluciones: Para una adecuada dispersión del biopolímero, este fue sometido a una reducción de tamaño usando un molino (Ciclotec) y tamizado (Rotap) en una



malla No. 200 (Taylor). El xiloglucano al, 1.0%, 1.5% y 2.0% (p/p) se dispersó en agua destilada, bajo agitación lenta a temperatura ambiente durante 30 min; posteriormente se calentó a 60 °C por 2 horas y después se enfrió a 25 °C por 15 min. La dispersión se mantuvo a 4 °C durante 24 horas para completar la hidratación antes de las determinaciones.

Determinaciones reológicas: Las propiedades reológicas se determinaron a 25 °C en un reómetro AR2000 TGA, usando la geometría de cono y placa; cono de 60 mm de diámetro y ángulo de 1.59°. Las propiedades de flujo se examinaron en el intervalo de velocidades de deformación de 0.01 a 100 s⁻¹. Las pruebas se realizaron por triplicado.

Resultados y análisis.

La Figura 1 y 2 muestran el comportamiento de soluciones de xiloglucano. La Figura 2 indica un comportamiento no newtoniano fluidificado por cizalla, debido a que las cadenas largas del polímero tienden a orientarse en dirección del flujo cuando el esfuerzo de cizalla aplicado se incrementa, por lo tanto, la viscosidad disminuye (Therkelsen, 1993). De acuerdo con la Figura 2 se observó un aumento de la viscosidad de la disolución con la adición del biopolímero. El modelo de Cross (Ecu. 1) fue usado para describir el comportamiento de flujo de las soluciones, los datos fueron analizados empleando una rutina de regresión no lineal.

$$\eta(\gamma) = \frac{\eta_{\infty} + (\eta_0 - \eta_{\infty})}{(1 + (\lambda\gamma)^{1-n})} \quad (\text{Ecu. 1})$$

El Cuadro 1 muestra los resultados de la regresión y los valores de los parámetros del modelo. De acuerdo con los valores de los parámetros obtenidos para este modelo es evidente el carácter fluidificado por cizalla ya que todos los valores del parámetro n, relacionado con el índice de flujo de la ley de potencia del modelo de Cross, es menor a la unidad.

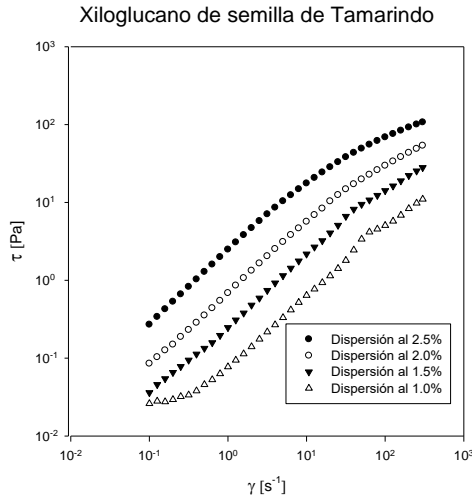


Figura 1. Esfuerzo cortante vs rapidez de deformación de soluciones con xiloglucano a diferentes concentraciones a 25°C.

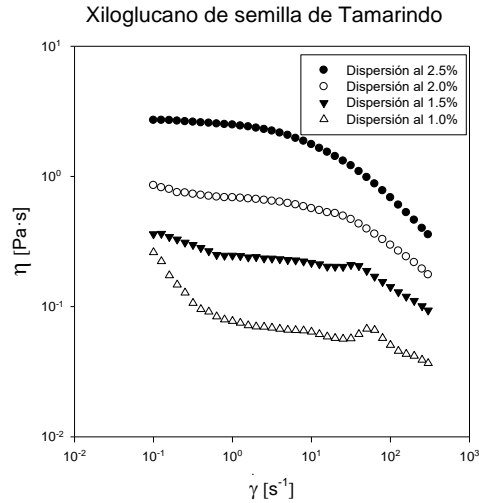


Figura 2. Correlación del modelo reológico con la viscosidad de soluciones de xiloglucano a diferentes concentraciones a 25 °C.

Cuadro 1. Parámetros del modelo de Cross de las soluciones de xiloglucano.

Solución	(%)	Parámetros en la Ecu. 1			
		η_0 (Pa·s)	$(\eta_\infty = 0)$	λ (s)	n
Xiloglucano	1.0	0.0601	0.0321	0.0188	0.9865
	1.5	0.2438	0.0352	0.0352	0.9111
	2.0	0.7168	0.0486	0.0175	0.7964
	2.5	2.7430	0.0173	0.0446	0.7403

η_0 (Pa.s): Viscosidad del material en condiciones de cizalla nula; λ (s): η_0/t^* ; t^* : Constante del modelo que señala la tensión a partir de la cual comienza el comportamiento pseudoplástico del material; n : Constante del modelo que simboliza, con la forma $(1-n)$, la pendiente de comportamiento pseudopolítico del material.

Conclusiones y/o recomendaciones.

La adición de polisacárido aumentó la viscosidad de la disolución. De acuerdo con los resultados obtenidos, se puede concluir que el polvo de semilla de tamarindo es potencialmente un hidrocoloide viable para formar fluidos no newtonianos y ser una opción más para aquellos productos que requieran reducir sus costos.



Referencias.

- Alpizar-Reyes, E., Carrillo-Navas, H., Gallardo-Rivera, R., Varela-Guerrero, V., Alvarez-Ramirez, J., & Pérez-Alonso, C. (Septiembre de 2017). Functional properties and physicochemical characteristics of tamarind (*Tamarindus indica* L.) seed mucilage powder as a novel hydrocolloid. *Journal of Food Engineering*, 68-75. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2017.04.021>
- Alpizar-Reyes, E., Román-Guerrero, A., Gallardo-Rivera, R., Varela-Guerrero, V., Cruz-Olivares, J., & Pérez-Alonso, C. (Febrero de 2018). Rheological properties of tamarind (*Tamarindus indica* L.) seed mucilage obtained by spray-drying as a novel source of hydrocolloid. *International Journal of Biological Macromolecules*, 107(Parte A), 817-824. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2017.09.048>
- Falcón Rodríguez, A., Costales Menéndez, D., González-Peña, D., & Nápoles García, M. (2015).
- Nuevos productos naturales para la agricultura: las Oligosacarinas. *Cultivos Tropicales*, 36, 111-129.
- Niemann, C., Carpita, N., & Whistler, R. (1997). Arabinose-Containing Oligosaccharides from Tamarind Xyloglucan. *Starch*, 49(4), 154-159. Obtenido de <https://doi.org/10.1002/star.19970490407>
- Therkelsen, G. H. (1993). Carrageenan. En J. BeMiller, & R. Whistler, *Industrial gums: polysaccharides and their derivatives* (Tercera ed., pág. 167). Academic Press.



TI12-PROIN-023-PM

USO DE GRANO DE SORGO EN LA PRODUCCIÓN DE MALTA PARA LA ELABORACIÓN DE CERVEZA ARTESANAL REDUCIDA EN ALCOHOL

¹López-Peraza K. *, ²Heredia-Olea E. y ¹López-Ahumada G.

¹Departamento de Investigación y Posgrado en Alimentos, Universidad de Sonora, México.

²Centro de Biotecnología FEMSA, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, México. *Privada Solero #16 Stanza Solare. CP 83177. Hermosillo, Sonora.

karen.perazza@gmail.com.

PROCESAMIENTO E INNOVACIÓN, INVESTIGACIÓN POSGRADO MAESTRÍA

Resumen.

Debido a que el grano de sorgo posee baja actividad amilolítica para la obtención de azúcares fermentable, se propone el uso de grano de sorgo para la producción de malta empleada para elaborar una cerveza con reducida en alcohol. Se produjo cerveza reducida en alcohol a partir de malta de sorgo, malta de cebada y la mezcla de ambas fermentadas por las cepas *Saccharomyces cerevisiae* y *Saccharomyces ludwigii*. Se obtuvo una baja producción de etanol en los mostos fermentados con *S. ludwigii* obteniendo niveles menores a 1.5 % (v/v) de etanol.

Palabras clave: cerveza reducida en alcohol, sorgo, malteado.

Introducción.

La cerveza es la bebida alcohólica fermentada de producción mundial más popular y consumida en el mundo, elaborada a partir de una mezcla de cebada germinada (malta), agua, flor de lúpulo y levadura, cuya popularidad surge de los agradables atributos sensoriales, nutricionales y medicinales que promueven la salud del consumidor [1,3]. Sin embargo, la industria cervecera emplea adjuntos y aditivos químicos durante el proceso que promueven el deterioro en las cualidades benéficas [6], lo que ha impulsado un cambio en el mercado y



en las preferencias del consumidor por cerveza que tengan un efecto positivo sobre la salud del consumidor, como las cervezas reducidas en alcohol. La producción de cerveza reducida en alcohol son aquellas que poseen menos del 2.5 % (v/v) de etanol [9], cuya producción ha incrementado debido a la demanda de bebidas que tengan un efecto positivo a la salud, se ha reportado que los compuestos disueltos en la matriz alimentaria tienen propiedades antibacterianas, antiinflamatorias, anticancerígenas, antioxidantes y antimelanogénicas que tienen un efecto positivo sobre padecimientos neurodegenerativos, cardiovasculares, gastrointestinales, osteoporosis, diabetes, entre otros [7,9].

El uso de grano de sorgo (*Sorghum bicolor* (L). Moench) ha sido ampliamente estudiado como potencial sustituto en la industria cervecera reduciendo costos en importación de cebada y trigo, principales granos empleados para la producción de cerveza. Sin embargo, el sorgo presenta deficiencias en su actividad amilolítica que disminuye el rendimiento en la obtención de azúcares fermentables necesarios para la producción de etanol.

Objetivo general.

Elaborar una cerveza artesanal con bajo contenido de alcohol evaluando sus características químicas.

Objetivos específicos.

- Realizar malta de sorgo y evaluar características físico-químicas.
- Elaborar una cerveza reducida en alcohol utilizando malta de sorgo y malta de cebada y fermentando mostos con dos diferentes levaduras (*Saccharomyces cerevisiae* y *Saccharomyces ludwigii*)
- Caracterizar la producción de etanol y el consumo de azúcares en las cervezas elaboradas.

Metodología.

Materia prima: se utilizó grano de sorgo variedad DKS-74 del estado de Nayarit el cual se sometió a proceso de malteado metodología descrita por [4,8] con modificaciones. Como control se empleó malta de cebada comercial variedad *Vienna*. La cepa de levadura que se inoculó al mosto fue *Saccharomycodes ludwigii*, que se ha reportado que produce niveles bajos de etanol (0.5%) y *Saccharomyces cerevisiae* del proveedor White Labs® San Diego, California. Los lúpulos que se utilizaron fueron Cascade, Amarillo y Centennial en comprimidos del proveedor Yakima Chief®. El proceso de malteado del grano de sorgo se realizó siguiendo la metodología de [8], a una temperatura de $28\pm 1^\circ\text{C}$ y humedad relativa del 95% durante 120 horas, con agitación mecánica y rehidratados cada 8 horas con el fin de homogenizar la germinación. Posteriormente el grano de sorgo germinado se colocó en un horno de convección (Electrolux, Suecia) a 50°C por 24 horas para su secado.

Producción de mostos: Se produjeron seis mostos por triplicado para ver el efecto del tipo de malta (cebada, sorgo y cebada + sorgo) y el tipo de cepa de levadura (*S. cerevisiae* y *S. ludwigii*) en la producción de una cerveza artesanal reducida en alcohol. El proceso de producción se presenta en la Fig. 1.

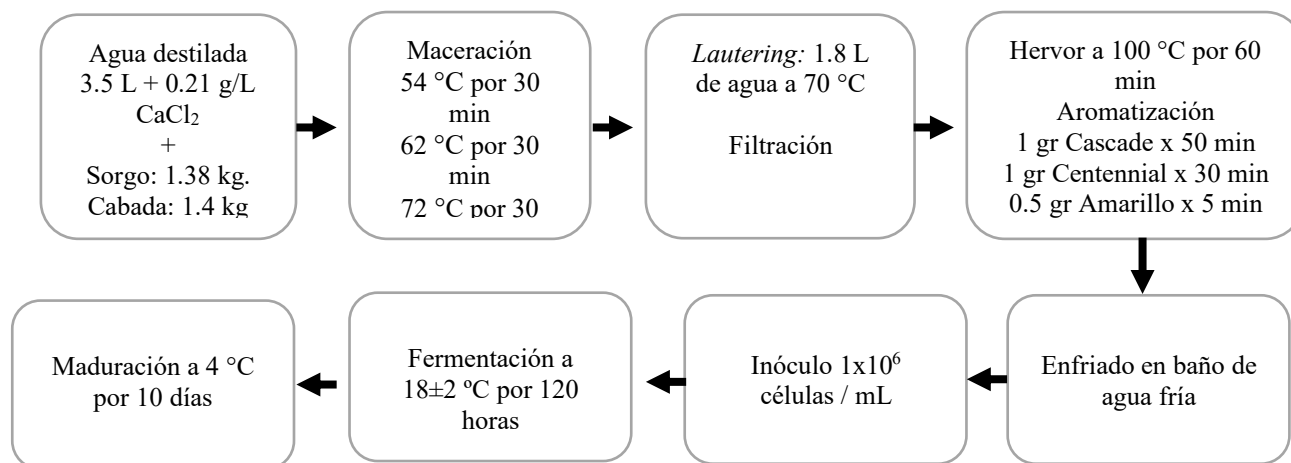


Figura 1. Representación del proceso de elaboración de cerveza reducida en alcohol.

Producción de cerveza: los mostos ajustados a 11 °P fueron colocados en matraz Erlenmeyer esterilizado de 500 mL para ser pasteurizados a 90°C por 15 minutos. Los mostos fueron enfriados en baño de agua fría hasta llegar a los 20°C para ser inoculados. Se inoculó la



levadura *Saccharomyces ludwigii* y *Saccharomyces cerevisiae*, los sistemas de fermentación se colocaron en una cámara de incubación a 18 ± 2 °C y se tomaron muestra a las 0, 12, 24, 48, 72, 96 y 120 horas para su posterior análisis.

Análisis.

Análisis de la malta de sorgo y cebada: se determinó la actividad amilolítica de la malta de sorgo y cebada a partir de α - y β - amilasa siguiendo el método Ceralpha oficial de la AOAC (2002) 2002.01 utilizando el kit K-CERA 02/17, el kit K-Beta 05/18. Se midió la absorbancia a 400 nm usando un espectrofotómetro (DU800; Beckman Coulter Brea, CA).

Análisis de cervezas: se determinó perfil de azúcares fermentables, etanol y ácido acético por cromatografía líquida de alta eficacia (Breeze HPLC, Waters, Milford, MA, USA) acoplado a un detector de índice de refracción (Waters 2414). El equipo estaba acoplado a una columna de intercambio iónico (Shodex SH1101: Showa Denko American, U.S.A) a 60 °C y una fase móvil de ácido sulfúrico 5 mM con un flujo de 0.6 mL/min.

Resultados.

Análisis de la malta de sorgo y cebada: uno de los principales problemas de utilizar malta de
 Tabla 2. Comparación de las actividades de α y β amilasa de la malta de sorgo y cebada.

sorgo en la producción de cerveza es falta de enzimas desarrolladas durante la germinación en comparación de la cebada [2]. La actividad amilolítica total es la suma de la actividad de α - y β - amilasa (Tabla 2). La actividad de alfa amilasa de la malta de sorgo fue 4.2 veces más baja y la de β - amilasa 9.8 veces menor comparada con la malta de cebada. La baja actividad de beta amilasa ha sido ampliamente reportada ya que representa un problema en la obtención de azúcares fermentables [5]; sin embargo, el bajo rendimiento de estos azúcares podría favorecer la baja producción de etanol.

Tipo de malta	α - amilasa (CU/g)	β - amilasa (U/g)
malta de sorgo	61.43 \pm 0.2	1.978 \pm 0.35
malta de cebada	263.93 \pm 1.1	19.43 \pm 1.25

Análisis de cervezas: a partir de los datos obtenidos en HPLC se calculó el rendimiento de etanol (%v/v) para los seis mostos con el fin de ver el efecto del tipo de malta (cebada, sorgo y cebada + sorgo) y el tipo de cepa de levadura (*S. cerevisiae* y *S. ludwigii*) en la producción de alcohol. En la Fig. 2 se grafican los resultados obtenidos del rendimiento de etanol para la cebada con el símbolo *, sorgo con el símbolo +, *S. cerevisiae* en línea continua y *S. ludwigii* en línea punteada.

Como era de esperarse, los tratamientos fermentados con *S. cerevisiae* fueron los que produjeron mayor cantidad el etanol; sin embargo, hay diferencias significativas en el contenido de alcohol según la malta utilizada, siendo el de menor cantidad el tratamiento de malta de sorgo, debido a que el mosto posee menor cantidad de azúcares fermentables dada la falta de actividad de β -amilasa del grano de sorgo; mientras que el tratamiento de combinación de malta de sorgo y cebada obtuvo el mayor contenido de etanol, debido a una mayor cantidad de azúcares en el mosto, sin embargo no hay diferencias significativas respecto al control (cebada + *S. cerevisiae*).

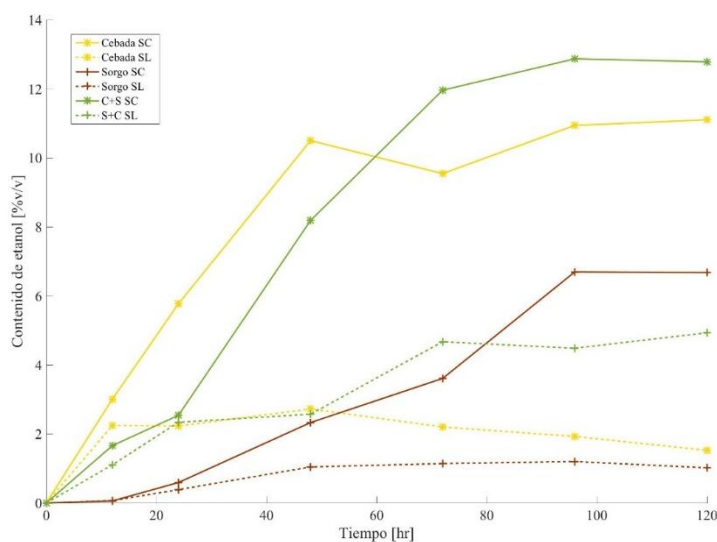


Figura 2. Rendimiento de etanol de los tratamientos evaluados.

Por otro lado, los mostos fermentados con la cepa *S. ludwigii* fueron los que menor contenido de alcohol presentan, se obtuvo un 1.01 % de etanol para mosto de sorgo y 1.5 % para mosto de cebada, mostrando que no hay diferencias significativas, evidenciando que son viables para la elaboración de cerveza reducida en alcohol, sin embargo, la mezcla de maltas no es favorable para la baja producción de etanol.



Conclusión y/o recomendaciones.

El presente estudio proporciona información sobre el uso de malta y levadura no convencional en la producción de cerveza reducida en alcohol. Las cervezas producidas con malta de sorgo y fermentadas con *S. ludwigii* fue la de menor contenido de etanol seguida de la cerveza producida con malta de cebada y fermentada con la misma cepa, obteniendo valores menores al 1.5 % (v/v), siendo consideradas cervezas con bajo contenido de alcohol de acuerdo a la literatura. La elaboración de mostos con otras variedades de sorgo podría tener efecto en la obtención de azúcares fermentables y con ello cervezas con menor contenido de etanol.

Referencias.

- Alcantara, B., Marques, D., Chinellato, M., Marchi, L., Costa, S. y Monteiro, A. (2016). Assessment of quality and production process of a non-alcoholic stout beer using reverse osmosis. *Journal of the Institute of Brewing*. doi: 10.1002/jib.368.
- Aniche, G. N., and Palmer, G. H. 1990. Development of amylolytic activities in sorghum and barley malt. *Journal of the Institute of Brewing and Distilling*. 96:377-379. Doi: 10.1002/j.2050-0416.1990.tb01043.x
- Deželak, M., Zarnkow, M., Becker, T. y Košir, I. J. (2014). Processing of bottom-fermented gluten-free beer-like beverages based on buckwheat and quinoa malt with chemical and sensory characterization. *Journal of the Institute of Brewing*. 120: 360–370. doi: 10.1002/jib.166
- Elgorashi, A., Elkhelifa, E. y Sulieman, A. (2016). The effect of malting conditions on the production of non-alcoholic sorghum malt beverage. *International Journal of Food Science and Nutrition Engineering*. 6(4): 81-86. doi: 10.5923/j.foof.20160604.02.
- Espinoza-Ramirez, J., Pérez-Carrillo, E. y Serna-Saldívar, S. (2014) Maltose and glucose utilization during fermentation of barley and sorghum lager beers as affected by β -



amylase or amyloglucosidase addition. Journal of Cereal Science. doi:10.1016 / j.jcs.2014.07.008.

- Liguori, L., De Francesco, G., Russo, P., Albanese, D., Perretti, G., y Di Matteo, M. (2015). Quality improvement of low alcohol craft beer produced by evaporative pertraction. In Chemical Engineering Transactions. Italian Association of Chemical Engineering- AIDIC. doi: 10.3303/CET1543003
- Müller, M., Bellut, K., Tippmann, J. y Becker, T. (2017). Physical methods for dealcoholization of beverage matrices and their Impact on quality attributes. ChemBioEng. (4) 1-18. doi: 10.1002/cite.201600071
- Serna-Saldívar, S. (2012). Cereal Grains, Laboratory Reference and Procedures Manual. CRC Press, Tylor & Francis Group.
- Sohrabvandi, S., Mousav,i S., Razavi, S., Mortazavian, A. y Rezae, K. (2010). Alcohol-free beer: methods of production, sensorial defects, and healthful effects. Food Reviews International. 26:335-352. doi: 10.1080/87559129.2010.496022.



T112-PROIN-025-PD

INCORPORACIÓN DE UN EXTRACTO RICO EN FLAVONOIDES DE *Eysenhardtia polystachya* EN UNA BEBIDA FUNCIONAL DE UVA-ARÁNDANO PROCESADA POR LUZ UV-C Y ULTRASONIDO

¹González-Reza R.M.*, ¹Colín-Ortíz J.E. y ¹Zambrano-Zaragoza M.L.

¹Universidad Nacional Autónoma de México, FES – Cuautitlán. Laboratorio de Procesos de Transformación y Tecnologías Emergentes de Alimentos. Km 2.5 Carretera Cuautitlán–Teoloyucan, San Sebastián Xhala, Cuautitlán Izcalli, Estado de México, CP. 54714, México. *gonzalez.reza@comunidad.unam.mx.

PROCESAMIENTOS E INNOVACIÓN, INVESTIGACIÓN POSGRADO DOCTORADO

Resumen.

El consumo de bebidas funcionales en la población mundial ha ido incrementado de manera significativa en los últimos años, esto debido a que proporcionan compuestos bioactivos con efectos saludables, tales como flavonoides, que son compuestos polifenólicos con propiedades antiinflamatorias, anticancerígenas y antioxidantes. En el presente trabajo se elaboró una bebida funcional de uva-arándano sometida a tratamiento UV-C y ultrasonido, almacenada a 4°C. Se incorporó extracto de *Eysenhardtia polystachya* con la finalidad de aumentar la capacidad antioxidante y contribuyera a la calidad del producto. Para determinar la influencia de los diferentes tratamientos sobre la bebida funcional de uva-arándano y el efecto antioxidante del extracto de *E. polystachya*, se determinaron polifenoles totales y color, además de la capacidad antioxidante mediante FRAP. Los tratamientos control presentaron diferencia significativa ($p < 0.05$) respecto a los tratamientos adicionados con extracto de *E. polystachya*. Los tratamientos sometidos a ultrasonidos y UV-C disminuyeron de manera no significativa ($p > 0.05$) las concentraciones de los compuestos termolábiles como los polifenoles (alrededor de 180 mg EAG/L), ayudando a estabilizar diferentes propiedades de la bebida, como la disminución de antocianinas que tiene como efecto cambios de color ($\Delta E < 5$). El tratamiento adicionado con extracto de *Eysenhardtia polystachya* y la combinación de UV-C y ultrasonido fue el tratamiento que conservó en mayor proporción los químicos como los fenoles ($p < 0.05$). El tratamiento únicamente con



extracto de *Eysenhardtia polystachya* fue el que conservó en mayor proporción la capacidad antioxidante. Se concluyó que la incorporación de un extracto rico en flavonoides ayuda en gran manera a incrementar la vida útil de la bebida funcional, además de que los tratamientos no térmicos utilizados ayudan a la preservación de los compuestos bioactivos presentes durante el almacenamiento.

Palabras clave: Capacidad Antioxidante, Tecnologías Emergentes, Estabilidad Física, Flavonoides.

Introducción.

El arándano es una de las frutas más consumidas y cultivadas en el mundo atribuido a su sabor, propiedades que promueven la salud, y alto valor nutricional. Por otro lado, la uva es fuente rica de fenoles, antocianinas, flavonoides, estilbenos y catequinas. Una de las formas en que más se consumen estas frutas son en bebidas y jugos clarificados, los cuales son sometidos a diferentes tratamientos térmicos que pueden alterar su contenido nutricional. Por lo tanto, el reto de ampliar vida útil conservando las propiedades sensoriales y nutricionales, sugiere la necesidad de tecnologías no térmicas para la esterilización de jugos y bebidas. La radiación UV-C se utiliza como tecnología no térmica para la conservación de jugos, la cual comprende un rango de longitud de onda de 200–280 nm, el cual se ha informado que tiene efectos germicidas en los microorganismos, incluyendo bacterias, levaduras, moho, virus y bacterias que contaminan el agua y las superficies de diversos materiales, con la ventaja de que no genera residuos químicos (Artés-Hernández et al., 2010). El ultrasonido es otra alternativa para el procesamiento de jugos y bebidas. El ultrasonido de potencia se propaga, debido a la variación de presión de la cavitación aparecen burbujas. El colapso de estas burbujas genera calor y muchas condiciones extremas en microambiente: efecto térmico, ondas de choque, fuerzas de corte, producción de radicales libres y estrés mecánico (Caminiti et al., 2012). *Eysenhardtia polystachya* o “Palo azul” ha sido utilizado para el tratamiento de infecciones del tracto urinario, como diurético, como antirreumático para el tratamiento de nefrolitiasis y trastornos de la vejiga desarrollados en la diabetes. Este árbol llamó la atención debido a su fluorescencia azul como resultado de su infusión en agua, y por sus propiedades



biológicas, incluyendo antidiabéticos, antibacteriano y antioxidante, entre otros (Ferreira et al., 2015).

Objetivo general.

Evaluar el efecto de la incorporación de un extracto de *Eysenhardtia polystachya* en bebida funcional de uva-arándano sometido a irradiación UV-C y ultrasonido mediante cambios físicos, químicos, fisicoquímicos y actividad antioxidante durante su almacenamiento en refrigeración.

Metodología

La bebida funcional de uva-arándano se preparó con una concentración de jugo clarificado de 40%. El reactor de pasteurización por luz ultravioleta consistió en una lámpara UV-C (VIQUA[®], Modelo S212RL, 254 n, Guelph, Ontario, Canadá). La bebida funcional se agregó a una velocidad de 16.92 L/h a través del dispositivo utilizando una bomba sumergible. El tiempo de residencia contemplado para el tratamiento no térmico fue de 15 min. Para el procesamiento ultrasónico se utilizó un procesador ultrasónico (Hielscher Ultrasonics gmbh, UP200Ht, Teltow, Alemania) a una frecuencia de 60 W utilizando un sonotrodo de titanio en intervalos de sonicación/reposo de 1 minuto con un tiempo total de procesamiento de 5 min. Las muestras fueron envasadas en frascos de 125 mL de poliestireno de alta densidad con sello hermético, no dejando espacio libre de cabeza. Las muestras se almacenaron en refrigeración a 4 °C durante 8 semanas. La medición de color se realizó en un colorímetro (Minolta Spectrophotometer CM-5, Japón) y la capacidad antioxidante por FRAP y polifenoles totales se realizaron espectrofotométricamente utilizando un espectrofotómetro (UV-Vis, Genesys 10s, EE.UU.). El análisis de varianza se realizó para evaluar las diferencias significativas entre las variables independientes usando Minitab versión 18 (Minitab Inc., PA, E.U.A).

Resultados y análisis.

Cambio Total de Color: En la Figura 1, se muestran las variaciones en el cambio total de color de la bebida funcional con los diferentes tratamientos, mostrando un efecto

estadísticamente significativo por el tiempo de almacenamiento ($p < 0.05$). Los tratamientos con adición de extracto se mostraron estables durante la semana 1, 2 y 3, presentando aumentos considerables en las semanas siguientes. Sin embargo, no hubo efecto significativo en el ΔE durante el almacenamiento en relación con la adición del extracto, puesto que hubo un aumento de 2 unidades en todos los casos.

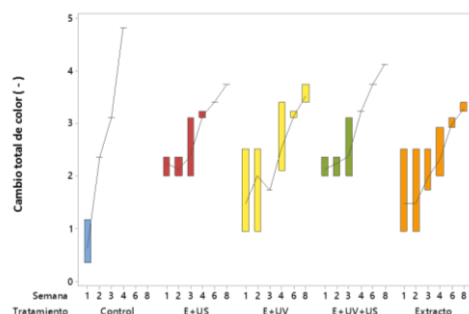


Figura 1. Cambio total de color en la bebida funcional durante el almacenamiento en refrigeración.

Fenoles Totales: Los fenoles totales (Figura 2a) iniciales fueron ligeramente menores para las muestras control en comparación con los demás tratamientos. Tanto en el control como los tratamientos adicionados con extracto, muestran un decremento durante las semanas de almacenamiento. Sin embargo, no hubo efecto significativo en los fenoles totales durante el almacenamiento debido a que las pérdidas van de 20- 40 mg EAG/L. Antonio-Gutiérrez et al. (2019) reportaron un decremento en la concentración de fenoles en un jugo de toronja sometido a UV-C y pasteurización, concluyendo que el factor que tuvo mayor influencia estadística sobre la degradación de compuestos fue la pasteurización.

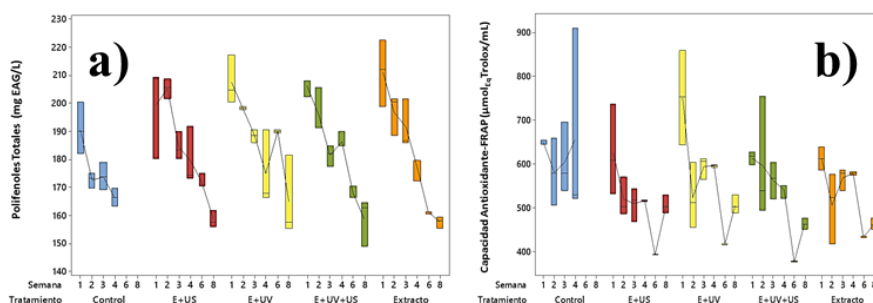


Figura 2. Polifenoles totales (a) y capacidad antioxidante (FRAP) (b) de la bebida funcional durante el almacenamiento en refrigeración.

Capacidad Antioxidante FRAP: En la Figura 2b, se muestra la capacidad antioxidante (FRAP) de la bebida funcional con los diferentes tratamientos, mostrando un efecto estadísticamente significativo por el tiempo de almacenamiento ($p < 0.05$). La capacidad antioxidante para el tratamiento control mostró un comportamiento estable durante el almacenamiento ($\sim 600 \mu\text{mol eq Trolox/mL}$). Los tratamientos adicionados con extracto de EP muestran un comportamiento similar, además de que los tratamientos no térmicos no contribuyen a la pérdida o desestabilización del extracto durante su almacenamiento en refrigeración.

Conclusiones.

La adición de extracto de *E. polystachya* aumentó de manera significativa la vida útil de la bebida de uva-arándano en un 100%, pasando de 4 semanas a 8 semanas en almacenamiento en refrigeración. La adición de extracto modifica de manera positiva la concentración de polifenoles totales y retarda los cambios de color asociados a deterioro oxidativo en la bebida.

Agradecimientos.

Investigación realizada gracias al Programa UNAM-PAPIIT IT-201617 y el proyecto de investigación interna PIAPI 1801 de FES Cuautitlán.

Referencias.

- Artés-Hernández, F., Robles, P. A., Gómez, P. A., Tomás-Callejas, A., & Artés, F. (2010). Low UV-C illumination for keeping overall quality of fresh-cut watermelon. *Postharvest Biology and Technology*, 55(2), 114-120.
- Caminiti, I. M., Palgan, I., Muñoz, A., Noci, F., Whyte, P., Morgan, D. J., & Lyng, J. G. (2012). The effect of ultraviolet light on microbial inactivation and quality attributes of apple juice. *Food and Bioprocess Technology*, 5(2), 680-686.
- Ferreira, G., Hernández-Martínez, A. R., Pool, H., Molina, G., Cruz-Soto, M., Luna-Barcenas, G., & Estevez, M. (2015). Synthesis and functionalization of silica-based nanoparticles with fluorescent biocompounds extracted from *Eysenhardtia*



polystachya for biological applications. *Materials Science and Engineering: C*, 57, 49-57.

Antonio-Gutiérrez, O., López-Díaz, A., Palou, E., López-Malo, A., & Ramírez-Corona, N. (2019). Characterization and effectiveness of short-wave ultraviolet irradiation reactors operating in continuous recirculation mode to inactivate *Saccharomyces cerevisiae* in grape juice. *Journal of Food Engineering*, 241, 88-96.



TI12-PROIN-026-PD

DESARROLLO Y CARACTERIZACIÓN DE NANOCÁPSULAS DE ACEITE DE TOMILLO: LIBERACIÓN CONTROLADA CON USO POTENCIAL EN LA CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS

^{1,2}R.M. González-Reza*, ¹H. Hernández-Sánchez y ²M.L. Zambrano-Zaragoza

¹Instituto Politécnico Nacional, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Departamento de Ingeniería Bioquímica, Av. Wilfrido Massieu esq. M. Stampa, UP Adolfo López Mateos, Ciudad de México, CP 07738, México. ²Universidad Nacional Autónoma de México, FES-Cuautitlán. Laboratorio de Procesos de Transformación y Tecnologías Emergentes de Alimentos. Km 2.5 Carretera Cuautitlán–Teoloyucan, San Sebastián Xhala, Cuautitlán Izcalli, Estado de México, CP. 54714, México. *gonzalez.reza@comunidad.unam.mx, PROCESAMIENTO E INNOVACIÓN, INVESTIGACIÓN POSGRADO DOCTORADO

Resumen.

En los últimos años, se ha incrementado el interés por la aplicación de nanoestructuras en la industria alimentaria sobre todo por sus propiedades como vectores de administración de nutraceuticos. El objetivo de este trabajo fue desarrollar nanocapsulas como vectores de liberación controlada de aceite esencial de tomillo para su potencial aplicación en la conservación de alimentos. Se logró la formación de nanocapsulas poliméricas por el método de emulsificación-difusión utilizando como polímero encapsulante etil celulosa y polivinil alcohol (PVA) como polímero estabilizante, las cuales presentaban características adecuadas de tamaño de partícula de 346.97 ± 0.85 nm, índice de polidispersión de 0.09 ± 0.01 y -7.16 ± 0.28 de potencial zeta. La eficiencia de encapsulación obtenida fue de 71.28 ± 0.68 %. Se estableció que la modelación cinética de liberación de las nanocapsulas más adecuada para describir los fenómenos involucrados es la propuesta por Korsmeyer-Peppas ($R^2 > 0.995$), definiendo la liberación como Fickiana en los sistemas nanoestructurados. La actividad antioxidante evaluada por ABTS, DPPH y FRAP en las muestras fue de 1236.68 ± 220.17 , 483.19 ± 11.09 y de 272.79 ± 41.46 $\mu\text{mol}_{\text{Equivalentes}} \text{ácido ascórbico/g}$ de aceite nanoestructurado, respectivamente.



Palabras clave: Nanocápsulas, liberación controlada, estabilidad física, conservación de alimentos.

Introducción.

La nanotecnología ha crecido rápidamente en los últimos años teniendo un gran impacto en el desarrollo de nuevos materiales y productos. Las repercusiones tecnológicas y comerciales en todo el mundo serán un importante factor económico en el futuro. En estado coloidal las sustancias activas tienen propiedades distintas a cuando no se encuentra en estado encapsulado, es por ello que la evaluación de su estabilidad es de suma importancia. Las propiedades de agregación y dispersión de las nanoestructuras coloidales dependen de las fuerzas que rigen su estabilidad y el cómo controlar dicha estabilidad son factores importantes para su formación (Zambrano et al., 2011). Se ha utilizado la modelación matemática de los fenómenos de difusión y liberación para diseñar una serie de sistemas y dispositivos simples y complejos de administración de sustancias activas y para predecir el comportamiento global de la liberación. Los modelos matemáticos se han utilizado principalmente para predecir la liberación temporal de las sustancias encapsuladas (Soares *et al.*, 2016). Los aceites esenciales se utilizan como aditivos antimicrobianos y antioxidantes en algunos alimentos. En la industria alimentaria, esta actividad antibacteriana se ha dirigido contra muchos patógenos alimentarios y bacterias que deterioran los alimentos, incluida la inhibición del factor de virulencia, por lo que estas sustancias son atractivas como conservantes de alimentos (Zambrano et al., 2018).

Objetivo general.

Desarrollar nanocápsulas poliméricas como vectores de liberación controlada de aceite esencial de tomillo para su potencial aplicación en la conservación de alimentos.

Metodología.

Las nanocápsulas se formaron por el método de emulsificación-difusión (MED) considerando la optimización propuesta por Zambrano et al. (2011) para aplicaciones en alimentos. La dispersión dinámica de luz y movimiento electroforético se determinaron



utilizando un Z-sizer Nano ZS90 (Malvern Ltd., Enigma Business Park, Grovewood Road, UK). La eficiencia de encapsulación fue determinada por HPLC utilizando un HPLC (Varian Analytical Instruments, CA, EE.UU.) separando físicamente la cantidad no encapsulada mediante centrifugación en una ultracentrífuga (Hermle Z323K, Labortechnik GMBH, Wehingen, Alemania). La capacidad antioxidante ABTS, DPPH y FRAP fue determinada espectrofotométricamente utilizando un espectrofotómetro UV/VIS Genesys 10s (Thermo scientific, Waltham, MA, EE.UU.).

Resultados y análisis.

El Cuadro 1, muestra los parámetros físicos obtenidos para las nanocápsulas. Se determinó que las muestras presentaban tamaños promedios de partícula de 500 nm, las cuales se encuentran dentro de la talla nanométrica. Mora-Huertas *et al.* (2010) informaron resultados similares para nanocápsulas formadas por el método de emulsificación-difusión, con un tamaño medio de partícula de 150-500 nm.

Cuadro 1. Caracterización por dispersión de luz láser, movimiento electroforético y eficiencia de encapsulación de las nanocápsulas poliméricas.

TP (nm)	IPD (-)	ζ (mV)	EE (%)
346.97 ± 0.85	0.09 ± 0.01	-7.16 ± 0.28	71.28 ± 0.68

Para el caso de la eficiencia de encapsulación, el promedio osciló entre 60 y 70 %. Estos valores son similares a lo reportado por Galindo-Pérez *et al.* (2018) para la encapsulación de aceites esenciales utilizando el método de emulsificación-difusión. Se estableció que la modelación cinética de liberación de las nanocápsulas (Figura 1) más adecuada para describir los fenómenos involucrados es la propuesta por Korsmeyer-Peppas ($R^2 > 0.995$), definiendo la liberación como Fickiana en los sistemas nanoestructurados.

Utilizando los valores constantes, se puede determinar el porcentaje de liberación de bioactivo. El exponente n del modelo de Korsmeyer-Peppas proporciona información sobre el mecanismo de liberación. Si $n \leq 0.43$ es una difusión Fickiana, si $n = 0.85$ es un transporte de caso II, que está relacionado con la relajación e hinchazón de la matriz polimérica. Si $0.43 < n < 0.85$ corresponde a un transporte anormal que es resultante de la combinación de

ambos mecanismos. Excepcionalmente, si $n > 0.85$ es un transporte de super caso II (Soares et al., 2016).

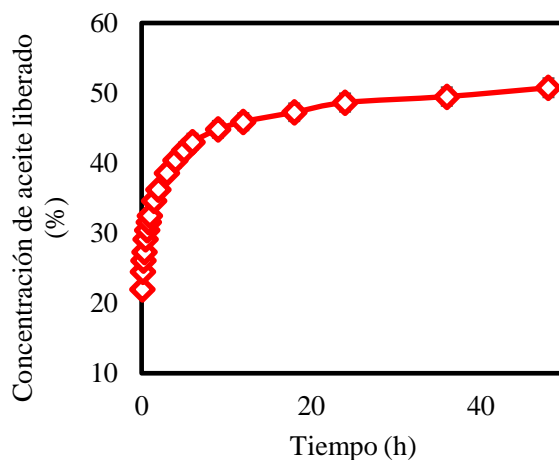


Figura 3. Perfil de liberación del aceite esencial de tomillo obtenido en las nanocápsulas poliméricas.

La capacidad antioxidante evaluada para los diferentes métodos colorimétricos se presenta en el Cuadro 2. El ANOVA mostró que hubo diferencias estadísticamente significativas entre los diferentes métodos de medición ($p < 0.05$), ya que cada uno proporciona información diferente, como la capacidad quelante de sustancias o la capacidad antioxidante vía enzimática o por polimerización de diferentes moléculas.

Cuadro 2. Capacidad antioxidante de las nanocápsulas poliméricas obtenido por los radicales ABTS, FRAP y DPPH.

ABTS	FRAP	DPPH
$\mu\text{mol}_{\text{Equivalentes}} \text{ácido ascórbico/g de aceite nanoestructurado}$		
1236.68 ± 220.17	483.19 ± 11.09	272.79 ± 41.46

La capacidad antioxidante determinada por el radical ABTS fue la mayor en las pruebas ($\sim 1236 \mu\text{molEq. ácido ascórbico/g de aceite nanoestructurado}$), ya que este radical reacciona con facilidad con moléculas como el timol y carvacrol presentes en el aceite esencial de tomillo (Tao et al., 2014).



Conclusiones.

Se estableció que estabilidad física de las nanocápsulas fue buena, fundamentado en los parámetros obtenidos por dispersión dinámica de luz y movimientos electroforéticos. Se concluyó que las nanocápsulas obtenidas son eficaces y factibles para el atrapamiento de aceite esencial de tomillo, por lo cual presentan un gran potencial en la conservación de alimentos.

Agradecimientos.

Investigación realizada gracias al Programa UNAM-PAPIIT IT-201617 y el proyecto de investigación interna PIAPI 1801 de FES Cuautitlán.

Referencias

- Galindo-Pérez, M. J., Quintanar-Guerrero, D., Cornejo-Villegas, M. de los Á., & Zambrano-Zaragoza, M. de la L. (2018). Optimization of the emulsification-diffusion method using ultrasound to prepare nanocapsules of different food-core oils. *LWT - Food Science and Technology*, 87, 333–341. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.09.008>
- Mora-Huertas, C. E., Fessi, H., & Elaissari, A. (2010). Polymer-based nanocapsules for drug delivery. *International Journal of Pharmaceutics*, 385(1–2), 113–142. <https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2009.10.018>
- Soares, P. I. P., Sousa, A. I., Silva, J. C., Ferreira, I. M. M., Novo, C. M. M., & Borges, J. P. (2016). Chitosan-based nanoparticles as drug delivery systems for doxorubicin: Optimization and modelling. *Carbohydrate Polymers*, 147, 304–312. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2016.03.028>
- Tao, F., Hill, L. E., Peng, Y., & Gomes, C. L. (2014). Synthesis and characterization of β -cyclodextrin inclusion complexes of thymol and thyme oil for antimicrobial delivery applications. *LWT - Food Science and Technology*, 59(1), 247–255. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.05.037>
- Zambrano-Zaragoza, M. L., González-Reza, R., Mendoza-Muñoz, N., Miranda-Linares, V., Bernal-Couoh, T. F., Mendoza-Elvira, S., & Quintanar-Guerrero, D. (2018).



Nanosystems in edible coatings: A novel strategy for food preservation. *International Journal of Molecular Sciences*, 19(3). <https://doi.org/10.3390/ijms19030705>

Zambrano-Zaragoza, M. L., Mercado-Silva, E., Gutiérrez-Cortez, E., Castaño-Tostado, E., & Quintanar-Guerrero, D. (2011). Optimization of nanocapsules preparation by the emulsion-diffusion method for food applications. *LWT - Food Science and Technology*, 44(6), 1362–1368. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2010.10.004>

TI12-PROIN-039-L

ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DE UN YOGURT ADICIONADO CON HARINA DE *Salvia hispanica* L.

¹León Madrazo A., ¹Toledo López V.*, ²Segura-Campos MR.

¹Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Mérida, Av. Tecnológico Km 4.5 S/N CP 97118. ²Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Periférico Nte. Km. 33.5. Mérida, Yucatán, México. vtoledo08@yahoo.com.mx

PROCESAMIENTO E INNOVACIÓN, INVESTIGACIÓN LICENCIATURA.

Resumen.

Los radicales libres juegan un papel crítico en la regulación de procesos biológicos en el organismo. Sin embargo, su sobreproducción conduce al desarrollo de diversas enfermedades. Por lo anterior, dietas enriquecidas con antioxidantes contribuyen a la prevención y disminución del deterioro funcional orgánico causado por el estrés oxidativo. La chía es una planta originaria del oeste de México; sus semillas se caracterizan por su contenido de compuestos fenólicos, fibra dietética y ácidos grasos poliinsaturados. Por lo tanto, representa un potencial aditivo alimentario con capacidad antioxidante. El objetivo del estudio fue, desarrollar un yogurt adicionado con harina de chía y evaluar sus parámetros fisicoquímicos, bromatológicos, sensoriales, así como su actividad antioxidante. Se elaboró un yogurt control (Yc) y un yogurt adicionado con harina de chía (Ych) al 8% (p/v). Se evaluaron parámetros fisicoquímicos (color, viscosidad, actividad de agua y pH) y se realizó la caracterización proximal y sensorial (pruebas hedónicas). La determinación de la actividad antioxidante se realizó mediante los ensayos DPPH y ABTS. Los resultados indicaron que, la adición de harina de chía a la formulación del yogurt, generó un producto con alta viscosidad, ligeramente ácido y con un valor de actividad de agua de 0.97. Las evaluaciones sensoriales mostraron valores por debajo del punto de indiferencia para los parámetros de aroma, sabor, textura e impresión global. La composición proximal reveló un aumento del 1.9% en niveles de proteína respecto al yogurt control. Los ensayos de actividad antioxidante reportaron un 2.08% de inhibición para ABTS, no registrándose actividad inhibitoria en el



método DPPH. La adición de harina de chía mejoró las características nutricionales del yogurt, no obstante, la actividad antioxidante podría aumentar con un incremento en el porcentaje de harina de chía en la formulación del producto. El costo de Ych fue de aproximadamente \$50.98 pesos por litro.

Palabras clave: yogurt, chía, harina, funcionalidad, antioxidante.

Introducción.

El estrés oxidativo originado por la sobreproducción de radicales libres, puede conducir a un estado de inflamación crónica, promoviendo enfermedades como cáncer, diabetes, padecimientos cardiovasculares y neurológicos. Reportes recientes sugieren que, la población mexicana se encuentra en un periodo de transición epidemiológica de las enfermedades infecciosas hacia las crónicas degenerativas (León-Cortés, Fernández & Sánchez-Pérez, 2019). Asimismo, los hábitos alimentarios del hombre han experimentado un cambio, de una dieta basada en frutas y vegetales frescos que aseguraba una ingesta suficiente de antioxidantes, a una dieta predominante en comida rápida y productos procesados, carente de dichos compuestos (Halliwell, Cheah & Tang, 2018). Por otra parte, el consumo de alimentos ricos en antioxidantes se ha vinculado con la disminución del riesgo de enfermedades, lo que ha llevado a la industria alimentaria a desarrollar alimentos funcionales adicionados con antioxidantes provenientes de fitoquímicos presentes en plantas. *Salvia hispanica* (chía) posee compuestos antioxidantes que son de gran interés para el desarrollo de nuevos alimentos que cumplan la función de prevenir enfermedades vinculadas al estrés oxidativo; entre los más importantes se encuentran el δ - y γ -tocoferol, además de compuestos fenólicos tales como ácido clorogénico, cafeico y flavonoles (miricetina, quercetina y kaempferol) (Tito, 2015). El yogurt es el producto obtenido de la fermentación de leche, estandarizada o no, por medio de la acción de los microorganismos *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus delbrueckii* subespecie *bulgaricus*, teniendo como resultado la reducción del pH (NOM-181-SCFI/SAGARPA-2018). Un producto como el yogurt, supone una fácil incorporación a la dieta base de las familias mexicanas por ser un derivado de la



leche que presenta alto consumo, es por ello que representa una oportunidad para el desarrollo de alimentos funcionales con capacidad antioxidante.

Objetivo general.

Desarrollar un yogurt adicionado con harina de chía y evaluar sus parámetros fisicoquímicos, bromatológicos, sensoriales, así como su actividad antioxidante.

Objetivos específicos.

1. Determinar los parámetros fisicoquímicos y proximales del yogurt adicionado con harina de chía.
2. Analizar la aceptación sensorial del yogurt adicionado con harina de chía.
3. Evaluar el porcentaje de inhibición de radicales libres del yogurt adicionado con harina de chía.

Metodología.

Harina de chía. Las semillas se sometieron a un proceso de remoción de impurezas para su posterior molienda y almacenamiento.

Elaboración del yogurt. Se desarrollaron 2 productos: Yogurt control (Yc) elaborado con leche pasteurizada y Yogurt con harina de chía (Ych) al cual se añadió harina de chía al 8%.

Composición proximal. Se realizó siguiendo el método de la AOAC (1997), para determinar, humedad, grasas, cenizas y proteínas.

Caracterización fisicoquímica. Para evaluar el color se emplearon los estándares desarrollados por la Commission Internationale de l'Éclairage (1976) con el sistema de color-espacio numérico $L^* a^* b^*$ (CIELAB), donde L^* indica brillo y a^* y b^* son las coordenadas de cromaticidad (Nollet & Toldrá, 2015). En la determinación de A_w se utilizó un higrómetro Aqualab 4TEV, las muestras se homogeneizaron y se llevaron a temperatura ambiente antes de proceder a las lecturas. El perfil de viscosidad del producto se obtuvo a través de un viscosímetro rotacional de Brookfield. El pH del yogurt se detectó con un



potenciómetro manual, las muestras fueron homogeneizadas antes de cada medición. *Evaluación sensorial.* Se seleccionó un grupo de 30 personas no entrenadas, empleándose una prueba descriptiva de escala de aceptación. La escala empleada para la evaluación sensorial de las muestras de yogurt fue 1: me desagrada mucho; 2: me desagrada; 3: me desagrada poco; 4: ni me gusta ni me disgusta; 5: me gusta poco; 6: me gusta y 7: me gusta mucho. Al medir la aceptación los consumidores calificaron su preferencia por el producto en una escala hedónica (Stone y Sidel 2004).

Ensayo de inhibición del radical libre 2,2-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH). Para esta prueba se utilizó DPPH a 0.1 mM. incubado con 100 μL de muestra. Las absorbancias se detectaron en espectrofotómetro a 517nm. El cálculo para determinar el porcentaje de actividad antioxidante fue: % de actividad antioxidante = (abs estándar) – (abs muestra) / (abs estándar).

Ensayo ABTS (ácido 2,2'-azino-bis(3-etilbenzotiazolin)-6-sulfónico) Este ensayo se realizó según Re et al. (1999). Se tomaron 10 mL de ABTS 2 mM y se agregaron 40 μL de persulfato de potasio ($\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$) 70 mM, para formar el radical $\text{ABTS}^{\bullet+}$ (solución 3) en ausencia de luz. Se utilizó una curva de calibración utilizando TROLOX como referencia. Las lecturas espectrofotométricas se tomaron pasados los 6 minutos de interacción entre 990 μL de ABTS y 10 μL de muestra.

Resultados y análisis.

Se obtuvieron dos productos: yogurt control (Yc) y yogurt adicionado con harina de *S. hispanica* (Ych).

Composición proximal. En la tabla 1 se presentan los datos correspondientes al porcentaje de humedad, cenizas, grasas, proteína y extracto libre de nitrógeno (ELN), de ambos productos. La muestra con mayor contenido de humedad fue la muestra Yc debido a que no presentaba harina añadida, como en el caso de la muestra Ych, la cual fue adicionada con harina de chí.

Tabla 1. Composición proximal de los productos

Muestra	Humedad (%)	Ceniza (%)	Grasas (%)	Proteína (%)
Yc	79,1710 ± 0,0424	0,2060 ± 0,0010	12,1543 ± 0,4948	4,9360 ± 0,1320
Ych	73,4020 ± 0,0554	0,2660	14,3817 ± 0,0598	6,84133 ± 0,5453

Yc: Yogurt control, Ych: Yogurt con chía. Los datos se presentan como media ± desviación estándar.

La muestra Yc presentó un porcentaje de proteína de 4.93% mientras que Ych, registró 6.84%. El contenido de proteínico en Ych incrementó como consecuencia de la adición de harina de chía, debido a que esta posee un 25.07% de proteína (Segura-Campos, Ciau-Solís, Rosado-Rubio, Chel-Guerrero & Betancur-Ancona, 2014).

Caracterización fisicoquímica: Actividad de agua (Aw). No se presentaron diferencias significativas entre las muestras, Yc (0,9733) y Ych (0,9797).

Potencial de hidrógeno (pH). Los valores de pH obtenidos fueron 5.03 y 4.9 para Yc y Ych, respectivamente, lo cual se considera mayor a lo establecido para comercialización. **Color.** Los parámetros L* y b* de Ych disminuyeron respecto al control, mientras que el valor de a* fue mayor en Ych. El color de las muestras se vio afectado por la harina de chía en Ych, lo que dio como resultado un producto menos blanquecino que el control.

Evaluación sensorial. El parámetro “color” en Yc, presentó el valor más alto de aceptación. Por otra parte, el valor de impresión global para Ych se encontró por debajo del punto de indiferencia, lo cual se atribuyó en gran medida, a la textura otorgada por el mucílago de la chía.

Actividad antioxidante: Ensayo de inhibición del radical libre 2,2-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH). Los resultados obtenidos mediante la prueba de DPPH, fueron negativos. En el caso de Yc, el valor de porcentaje de inhibición fue de -11.7% y -4.32% para Ych.

Ensayo ABTS (ácido 2,2'-azino-bis(3-etilbenzotiazolin)-6-sulfónico). La muestra Ych exhibió un porcentaje de inhibición del 2.08%. La semilla de chía contiene compuestos antioxidantes como el ácido cafeico, ácido clorogénico, miricetina, quercetina y kaempferol (Kristbergsson & Ötles, 2016) a los cuales podría atribuirse este efecto.



Conclusiones.

Los resultados mostraron que la adición de harina de chía a un producto derivado de la leche, como el yogurt, mejora las características nutricionales del mismo, aportando una mayor cantidad de proteína que el yogurt control. Los datos obtenidos en la evaluación sensorial, demuestran que los consumidores son altamente perceptivos a parámetros sensoriales como sabor, textura y color. El efecto del mucílago de la chía en Ych repercutió de manera negativa en la aceptación de la textura del producto, por lo que se requiere evaluar el yogurt con la adición de harina de chía proveniente de semillas desgomadas. El yogurt adicionado con harina de chía mostró un 2.08% de inhibición del radical DPHH, por ello, se sugiere un aumento en el porcentaje de harina de chía en la formulación, para promover el incremento de la actividad antioxidante.

Referencias.

- Association of Official Analytical Chemists-AOAC. (1997). *Official Methods of Analysis*, AOAC, Arlington, VA, USA. Secs. 925.09.
- Halliwell, B., Cheah, I. K., & Tang, R. M. Y. (2018). Ergothioneine – a diet-derived antioxidant with therapeutic potential. *FEBS Letters*, 592(20), 3357–3366.
- Kristbergsson, K., & Ötles, S. (2016). *Functional Properties of Traditional Foods*. New York: Springer. doi:10.1007/978-1-4899-7662-8.
- León-Cortés, J. L., Fernández, G. L., & Sánchez-Pérez, H. J. (2019). Health reform in Mexico : governance and potential outcomes. *International Journal for Equality in Health*, 18(30), 1–6.
- NOM-181-SCFI/SAGARPA-2018. (2018). *NORMA Oficial Mexicana NOM-181-SCFI/SAGARPA-2018, Yogurt-Denominación, especificaciones fisicoquímicas y microbiológicas, información comercial y métodos de prueba*. Diario Oficial de La Federación, pp. 1–7.



Nollet, L. M., & Toldrá, F. (2015). Handbook of Food Analysis. Boca Raton, Florida, U.S.: Taylor & Francis Group.

Segura-Campos, M. R., Ciau-Solís, N., Rosado-Rubio, G., Chel-Guerrero, L., & Betancur-Ancona, D. (2014). Chemical and Functional Properties of Chia Seed (*Salvia hispanica* L .) Gum, 2014.

Stone, H., & Sidel, J. (2004). Sensory Evaluation Practices (Tercera ed.). Academic Press.

Tito, K. E. (2015). Capacidad antioxidante y contenido de flavonoides entre las semillas de chía negra (*Salvia nativa*) y chía blanca (*Salvia hispanica*). Puno, Perú: Universidad Nacional del Altiplano.



TI12-PROIN-046-L

FIBRA DE FRIJOL TERCIOPELO (*Mucuna pruriens*): Valor NUTRICIONAL, FUNCIONAL Y BIOLÓGICO

¹Vázquez Encalada Stephanie, ¹Rubio Cámara William A., ¹Segura Campos Maira Rubi

¹Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Periférico Norte Km.

33.5, Tablaje Catastral 13615, Col. Chuburná de Hidalgo Inn, 97203 Mérida,

Yucatán, México. Telephone: 52 999 946-09-56, Email:

maira.segura@correo.uady.mx

PROCESAMIENTO E INNOVACIÓN, INVESTIGACIÓN LICENCIATURA

Resumen.

Estudios clínicos revelan diferencias en los patrones de enfermedad entre las poblaciones, dejando de manifiesto la asociación entre las dietas bajas en fibra y el aumento de la incidencia de enfermedades crónicas. Por lo anterior, la investigación médica y científica ha orientado sus estudios hacia la revalorización de la fibra en la dieta humana incrementando la demanda de fibra dietética de origen natural. Así, resulta interesante la búsqueda de nuevas fuentes de fibra que coadyuven en la terapéutica de prevención de enfermedades crónicas. El objetivo del presente estudio fue evaluar las propiedades nutricionales, funcionales y biológicas de los residuos fibrosos de *Mucuna pruriens*. La metodología de estudio nutricional se basó en la determinación de la composición proximal, fibra dietética total (FDT), insoluble (FDI), soluble (FDS) y los componentes de Van Soest (fibra ácido detergente (ADF), neutro detergente (NDF) y lignina ácido detergente (ADL)). El valor funcional se comprobó midiendo la capacidad de retención de agua (WHC), de retención de aceite (OHC), de absorción de agua (WAbC), de adsorción de agua (WAdC) y, de absorción de moléculas orgánicas (OMAC). La actividad biológica se basó en el estudio de las propiedades antioxidantes de la fibra mediante ensayos de poder reductor, capacidad quelante de cobre, DPPH, y ABTS•+. La composición proximal reveló entre tantos, 26 % de fibra y 51.06% de elementos libres de nitrógeno. Las proporciones de fibra detergente fueron:



77.65% FDT, 69.470% FDI y 8.25% FDS. Los componentes de Van Soest fueron: 61.35% ADF, 66.86% NDF y 13.62% ADL. El estudio funcional y biológico reveló la importancia tecnológica y antioxidante de la fibra. Así, los resultados sugieren el valor de la fibra de *M. pruriens* como potencial ingrediente de alimentos funcionales que coadyuven en la prevención de enfermedades crónicas.

Palabras clave: fibra, *Mucuna pruriens*, nutrimental, tecnofuncionalidad, antioxidante.

Introducción.

Evidencia científica ha expuesto la importancia de la fibra en la dieta humana por los efectos fisiológicos benéficos en la salud. La fibra se clasifica en soluble e insoluble, cada una presentando diferentes efectos en el organismo (Perry y Ying, 2016). La fibra soluble atrae el agua, convirtiéndose en un gel que lentifica el proceso digestivo; está relacionada a efectos biológicos, tales como el control glicémico, disminución de la hiperinsulinemia y disminución de los niveles lipídicos en plasma en pacientes con diabetes mellitus tipo 2. Por su parte la fibra insoluble, absorbe grandes cantidades de agua, aporta volumen a las heces, favorece el tránsito intestinal, reduciendo así enfermedades, tales como el cáncer de colon (Dhingra et al., 2012).

El uso de fibra dietética en la industria alimentaria como ingrediente funcional, está justificado por los efectos benéficos de la misma a la salud. Asimismo, acciones que contribuyan a la prevención de enfermedades, valorizan el potencial biológico de ingredientes alimenticios (Helkar et al., 2016). Por lo anterior, resulta de interés para la industria de alimentos la búsqueda de fuentes alternativas de fibra, como potencial ingrediente funcional para el desarrollo de nuevos productos.

El frijol terciopelo pertenece al género *Mucuna*, el cual incluye aproximadamente 100 especies de bejucos y arbustos que se encuentran a través de las regiones tropicales del mundo. *Mucuna pruriens* es nativa de la India y el sureste asiático, pero ahora se encuentra con una distribución amplia en el trópico. Existen cuatro variedades botánicas de *M. pruriens*; *M. pruriens* var. *utilis* es la variedad cultivada que no pica, *M. pruriens* var. *pruriens* (“pica



pica”) tiene pelos urticantes que contienen el compuesto irritante mucunain, *M. pruriens* var. *hirsuta*, de la India, y *M. pruriens* var. *sericophylla*, de las Filipinas. En el sureste mexicano *M. pruriens*, var. *pruriens*, ha demostrado ser una fuente alterna de fibra con uso potencial en la industria de alimentos como ingrediente para el desarrollo de alimentos funcionales, resultando de interés su estudio.

Objetivo general.

Evaluar las propiedades nutricionales, funcionales y biológicas de los residuos fibrosos de *M. pruriens*.

Objetivos específicos.

1. Caracterizar nutrimentalmente los residuos fibrosos de *M. pruriens*.
2. Evaluar la funcionalidad tecnológica de los residuos fibrosos de *M. pruriens*.
3. Analizar el potencial antioxidante de los residuos fibrosos de *M. pruriens*.

Metodología.

Obtención de los residuos de fibra de *M. pruriens*: semillas de frijol se molieron en un molino 4-E Quaker® donde la harina resultante, se tamizó a través de mallas de 4.76 y 2.38 mm para la eliminación de pequeñas partículas. A dicha harina, se le retiraron los residuos de cáscara empleando lecho fluidizado y, se molió en un molino Cyclotec® con malla de 0.841mm. Caracterización nutrimental: Se procedió a analizar por el método de AOAC (1997), el nitrógeno (método 954.01), grasa (método 920.39), cenizas (método 925.09), fibra cruda (método 962.09) y humedad (método 925.09). Posteriormente, se determinó la fibra dietética total, insoluble y soluble (FDT, FDI y FDS) (Prosky et al., 1988). Asimismo, los componentes de Van Soest (fibra ácido detergente (ADF), neutro detergente (NDF) y lignina ácido detergente (ADL)), la celulosa y hemicelulosa (AOAC 1997). Evaluación tecnofuncional: Se determinó la capacidad de retención de agua (WHC), aceite (OHC) y emulsificante (EC) (Chau et al., 1997). Asimismo, la capacidad de adsorción de agua



(WAdC) (Chen et al., 1984), absorción de agua (WAbC) (AACC, 1984) y, de absorción de moléculas orgánicas (OMAC) (Zambrano et al., (2001). Evaluación biológica: El potencial antioxidante, se evaluó determinando el poder reductor, la capacidad quelante de Cu^{2+} (Saiga et al., 2003), así como la captación de radicales DPPH y ABTS+ (Rhee et al., 2004). La evaluación del contenido de fenoles (George et al., 2005) y flavonoides totales (Lee et al., 2003), se comparó con un control de ácido gálico y catequina, respectivamente.

Resultados.

Caracterización nutricional. De la composición proximal se obtuvo un 7.36% de humedad, 26.00% de fibra, 11.29% de proteína, 8.44% de grasa, 3.19% de cenizas y 51.00% de extracto libre de nitrógeno. Los resultados de FDT, FDI y FDS fueron 61.35, 66.86 y 13.62%, respectivamente. De los componentes de Van Soest, los resultados registraron valores de 61.35, 66.86 y 13.62% para ADF, NDF y ADL, respectivamente. El contenido de celulosa y hemicelulosa fue de 47.73 y 5.51%, respectivamente. Evaluación tecnofuncional: Los resultados de WHC, OHC, WAbC WAdC y OMAC fueron 3.24, 1.65, 3.61, 0.24 y 1.19 g/g de muestra. El porcentaje de capacidad emulsificante a pH 2, 4, 6, 8 y 10 fue de 57.94, 63.89, 62.43, 59.22 y 58.93, respectivamente. Evaluación biológica: Los residuos de fibra de *M. pruriens* exhibieron un poder reductor menor que, el estándar de ácido gálico, aunque la diferencia no fue significativa a 15 y 20 $\mu\text{g}/\text{mL}$. La quelación de iones metálicos de Cu^{2+} por la fibra, fue menor que la del ácido gálico, con una actividad que varió de 40.26% a una concentración de 20 $\mu\text{g}/\text{mL}$ a 57.14% a 100 $\mu\text{g}/\text{mL}$. El ensayo DPPH no registró actividad biológica significativa en los residuos fibrosos de frijol terciopelo a todas las concentraciones de estudio (1-20 $\mu\text{g}/\text{mL}$). El ensayo de ABTS mostró que se necesitan concentraciones más altas de los residuos de fibra para lograr valores de TEAC comparables a los de Trolox. Los valores para los residuos de fibra fueron de 0.43 (1 $\mu\text{g}/\text{mL}$) a 3.09 (20 $\mu\text{g}/\text{mL}$), mientras que, los de Trolox fueron de 0.44 (0.5 $\mu\text{g}/\text{mL}$) a 3.44 (3.5 $\mu\text{g}/\text{mL}$). El contenido fenólico de los residuos de fibra varió de 132.48 μg (1 $\mu\text{g}/\text{mL}$) a 2624.80 μg (20 $\mu\text{g}/\text{mL}$) de equivalentes de ácido gálico / mg de muestra. El contenido de flavonoides de los residuos de fibra varió de 6.89 μg (1 $\mu\text{g}/\text{ml}$) a 232.71 μg (20 $\mu\text{g}/\text{mL}$) de equivalentes de catequina/mg de muestra.



Análisis.

Las propiedades nutricionales, funcionales y biológicas de la fibra de *M. pruriens* la sugieren como fuente alterna de fibra e ingrediente potencial en la formulación de alimentos funcionales, contribuyendo así a la revalorización de una semilla de la Península de Yucatán, así como a la búsqueda de alternativas que coadyuven a la prevención y tratamiento de enfermedades crónicas. Sin embargo, aunque los resultados nutrimentales y tecnofuncionales sugieren el uso de los residuos fibrosos de frijol terciopelo en el desarrollo de nuevos productos, futuras investigaciones son necesarias para definir el potencial biológico de los mismos y establecer argumentos concisos sobre los beneficios a la salud sobre éstos.

Conclusión.

La caracterización nutrimental, funcional y biológica de residuos fibrosos de *M. pruriens* sugieren a éstos como fuente alterna y de bajo costo de un ingrediente funcional para la industria de alimentos. Por lo anterior, futuras investigaciones son necesarias para hacer recomendaciones sobre el uso de la fibra de *M. pruriens* como potencial ingrediente funcional.

Referencias.

- AACC. (1984). Approved Methods of the American Association of Cereal Chemistry St Paul: AACM.
- AOAC. (1997). Official methods of analysis. Association of Official Analytical Chemists, 17th ed. William Horwitz. Editor, Washington, D.C. USA.
- Chau, C., Cheung, K., Wong, Y. (1997). Functional properties of protein concentrates from three Chinese indigenous legume seeds. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 45(7), 2500-2503.
- Chen, J., Piva, M., Labuza, T. (1984). Evaluation of Water Binding Capacity (WBC) of Food Fiber Sources. *Journal of Food Science*, 49(1), 59-63.



- Dhingra, Devinder, Mona Michael, Hradesh Rajput, y R. T. Patil. 2012. “Dietary fibre in foods: A review”. *Journal of Food Science and Technology* 49 (3): 255–66.
- George, S., Brat, P., Alter, P., Amiot, M. (2005). Rapid determination of polyphenols and vitamin C in plant-derived products. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 53, 1370-1373.
- Helkar, Bharat Prathamesh Sahoo, AK, y NJ Patil. 2016. “Review: Food Industry By-Products used as a Functional Food Ingredients”. *International Journal of Waste Resources* 6 (3).
- Lee, K., Kim, Y., Lee, H., Lee, C. (2003). Cocoa has more phenolic phytochemicals and a higher antioxidant capacity than teas and red wine. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 51, 7292-7295.
- Perry, JR, y W Ying. 2016. “A Review of Physiological Effects of Soluble and Insoluble Dietary Fibers”. *Journal of Nutrition & Food Sciences* 06 (02)
- Prosky, L., Asp, N., Schweizer, T., Devries, S., Forda, I. (1988). Determination of insoluble, soluble and total dietary fiber in food and food products: Interlaboratory study. *Journal Association of Official Analytical Chemistry*, 71(5), 1017-1023.
- Rhee, S., Lee, Y., Kim, M., Lee, C. (2004). Potential antioxidant peptides in rice wine. *Journal of Microbiology and Biotechnology*, 14, 715-721.
- Saiga, A., Tanabe, S., Nishimura, T. (2003). Antioxidant activity of peptides obtained from porcine myofibrillar proteins by protease treatment. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 51, 3661-3667.
- Zambrano, M., Melendez, R., Gallardo, Y. (2001). Propiedades Funcionales y Metodología para su Evaluación en Fibra Dietética. In: F. Lajolo, F. Saura-Calixto, E. Witting, & E. Wenzel (Eds.), *Fibra Dietética en Iberoamérica: Tecnología y Salud. Obtención, caracterización, efecto fisiológico y aplicación en alimentos* Sao Paulo: Varela Editora e Livrara Ltda, pp. 195-209.

TI12-PROIN-050-PM

ESTUDIO REOLÓGICO DE LA INCORPORACIÓN DE HARINAS DE *Lupinus angustifolius* (altramuz) EN MASAS DE HARINA DE TRIGO SUAVE

¹Ramos Olvera Joan Andony*; ¹Güemes Vera Norma; ¹Rodríguez Flores Raúl Vidal; ¹Soto Simental Sergio; ¹Quintero Lira Aurora y ¹Piloni Martini Javier

¹Centro de Investigación en Ciencia y Tecnología de Alimentos, Instituto de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Av. Universidad Km 1, Tulancingo, C.P. 43600, Hidalgo, México.

*Correspondencia del autor: andoro_130@hotmail.com njgv2002@yahoo.com.mx

PROCESAMIENTO E INNOVACIÓN. INVESTIGACIÓN POSGRADO MAESTRÍA

Resumen.

En la República Mexicana, el consumo de cereales cada día se incrementa; este año fue de 5.6% por encima del año pasado (FAO, 2019), en particular con los provenientes del trigo, que es utilizado para un sinnúmero de productos como son pan, galletas, pastas, cereales para desayuno, botanas y postres; estos alimentos proveen de una gran cantidad de calorías para el consumidor y solo el 10% de proteína, la cual es deficiente en aminoácidos como la lisina. Por esta razón el presente trabajo se realizó con la finalidad de estudiar el comportamiento reológico de masas de harina de trigo suave en combinación con harinas de *Lupinus angustifolius* (chocho), con un contenido de proteína del 22%. En este estudio, se fabricaron masas de harinas de trigo suave a partir de harinas de *Lupinus angustifolius*, en relaciones de porcentajes diferentes (2.5:97.5; 5:95; 7.5:92.5; 10:90) y su porcentaje de proteína es el siguiente: 11.27%, 11.55%, 11.82%, 12.1%. El objetivo fue caracterizar las propiedades reológicas de masas con harina de trigo suave y harina de *Lupinus angustifolius*, utilizando el texturómetro Brookfield y el sistema Kieffer para extensibilidad de las masas. Los resultados que se obtuvieron muestran que la masa testigo tuvo una extensibilidad de 30.05 cm, las masas (2.5:97.5; 5:95; 7.5:92.5; 10:90) adicionadas con harina de *Lupinus angustifolius* tuvieron la siguiente extensibilidad 30.05 cm, 33.50 cm, 27.70 cm, 20.57 cm,



respectivamente. La energía utilizada para la deformación de las masas en el testigo fue de 0.019 Joules, las masas (2.5:97.5; 5:95; 7.5:92.5; 10:90) adicionadas con harina de *Lupinus angustifolius* fueron las siguientes 0.00167 Joules, 0.01150 Joules, 0.00667 Joules, 0.00500 Joules, respectivamente. Se concluye que la extensibilidad de las masas fue inversamente proporcional al incrementar el contenido de *Lupinus angustifolius* y la energía fue directamente proporcional.

Palabras clave: Reología, masas de harina de trigo, extensibilidad, trabajo de energía.

Introducción.

Las plantas significan la vida en nuestro planeta; sin ellas no existiría vida animal ni humana. Los cereales constituyen un conjunto de plantas de gran importancia para la humanidad, ya que son el alimento que contribuye con el aporte energético como con los numerosos nutrientes para el organismo; por esto, los cereales han sido, son y seguirán siendo el principal sustento del hombre (Serna, 2009).

Cuando hablamos de las leguminosas, nos referimos a las semillas maduras y secas, contenidas en vainas que constituyen el fruto denominado legumbre. Se han usado en la alimentación humana desde el principio de los tiempos, dado su elevado valor nutricional, su adaptación a muy diversas preparaciones culinarias, y su fácil conservación (tegumento bastante impermeable que las aísla del exterior). Dentro de ellas podemos diferenciar dos grupos claramente distintos en función de su contenido lipídico: así, aquellas cuyo contenido en grasa es elevado, se denominan leguminosas oleaginosas, y aquellas cuyo contenido en grasa es inferior son las que conocemos como legumbres secas o de grano.

Desde el punto de vista de valor nutritivo, las legumbres destacan por su alto contenido proteico, lo que ha dado motivo a que en algunas ocasiones se las incluya en distintos grupos de alimentos al clasificarlas: o bien junto a los alimentos eminentemente proteicos (carne, pescado, huevos), o junto con los cereales y tubérculos, en función del origen vegetal de todos ellos y de su elevado contenido de hidratos de carbono (Hernández & Sastre, 1999).



Lupinus angustifolius es una leguminosa de las especies americanas silvestres son comúnmente herbáceas erectas y de hábitos rastreros, postrados, semipostrados. Las hojas de diferentes tamaños y las flores con colores que van desde el azul violeta al rosado, naranja, hasta el amarillo y blanco. Las vainas en grupos y de distintos tamaños, dehiscentes. Semillas rugosas o lisas, de colores café o blanco, de tamaños variables (Barney, 2011).

Las variedades de lupino dulce *Lupinus luteus*, *Lupinus angustifolius* y *Lupinus albus* con bajo contenido de alcaloides, son reconocidas en todo el mundo como una fuente potencial de proteínas, fibra y grasa de alta calidad (López & Fuentes, 1991). *Lupinus angustifolius* está adquiriendo importancia, debido al alto contenido de proteínas en el grano (35 a 40 %). En México se cultiva como una fuente de proteínas para la alimentación (Martínez & Soto, 2007).

Objetivos.

Analizar la extensibilidad de las masas de harina de trigo adicionadas con harina de *Lupinus angustifolius*.

Objetivos específicos.

1. Obtener harina de *Lupinus angustifolius* para la elaboración de masas con harina de trigo.
2. Realizar un análisis de extensibilidad de las masas de harina de trigo adicionadas con harina de *Lupinus angustifolius*.

Materiales y métodos.

Materias Primas: Las semillas de *Lupinus angustifolius* fueron proporcionadas por el Departamento de Agronomía del Instituto de Botánica de la Universidad Autónoma de Guadalajara. La harina de trigo fue adquirida en una tienda de conveniencia en la ciudad de Tulancingo de Bravo Hidalgo, la cual es de la marca Cuétara (harina de trigo extra fina) con un porcentaje de proteína 11% por cada 100g.

Establecimiento del Experimento: El experimento fue llevado a cabo en el Laboratorio de Análisis Especiales del Centro de Investigación de Ciencia y Tecnología de los Alimentos



(CICyTA) del Instituto de Ciencias Agropecuarias en la ciudad de Tulancingo, Hidalgo, México.

Tratamientos: Las harinas de *Lupinus angustifolius* en las siguientes relaciones de porcentajes diferentes (2.5:97.5; 5:95; 7.5:92.5; 10:90).

Métodos.

Pruebas texturales de las masas: Las mediciones empleadas por medio del texturómetro marca Brookfield, en las que produjo pruebas de Extensibilidad de las masas.

Extensibilidad de las masas: De acuerdo con Baños et al.(2006), decretó la prueba de la extensibilidad de las masas, empleando el aditamento SMS/Kieffer, para la medición de extensibilidad, adecuado a un equipo analizador de textura Brookfield. Las muestras fueron colocadas en el accesorio, la masa fue desplegada en un recipiente con aceite para evitar la adherencia de la muestra en el instrumento. Posteriormente, se comprimió la masa y dejó reposar durante 30 min para la deformación y compactación de las bandas de masas; sin embargo, se retiraron las bandas de masas con una espátula canalada, evitando el desgarre y evitar extenderlas. Se colocan las tiras en el texturómetro y comienza la operación de extensibilidad. Una vez que el gancho sujeta la masa de harina, da inició la extensión hasta la masa alcance su límite elástico (fuerza máxima).

Diseño experimental y análisis estadístico: El análisis de varianza fue llevado a cabo por IBM SPSS Statistics 20. La diferencia entre medias fue cuantificada utilizando la prueba de comparaciones múltiples de medias de Tukey ($P < 0.05$).

Resultados/Análisis.

Extensibilidad de masas adicionadas con harina de Lupinus angustifolius: La tabla 1 muestra los resultados de las masas adicionadas con harina de *Lupinus angustifolius*; la masa testigo tuvo una extensibilidad de 30.05% cm, las masas (2.5:97.5; 5:95; 7.5:92.5; 10:90) adicionadas con harina de *Lupinus angustifolius* tuvieron la siguiente extensibilidad 30.05



cm, 33.50 cm, 27.70 cm, 20.57 cm, respectivamente. La energía utilizada para la deformación de las masas en el testigo fue de 0.019 Joules, las masas (2.5:97.5; 5:95; 7.5:92.5; 10:90) adicionadas con harina de *Lupinus angustifolius* fueron las siguientes 0.00167 Joules, 0.01150 Joules, 0.00667 Joules, 0.00500 Joules, respectivamente.

Tabla 1 Extensibilidad de las masas.

Harina	Extensibilidad %
Testigo	30.05 cm
<i>Harina Lupinus 2.5:97.5</i>	24.42 cm
<i>Harina Lupinus 5:95</i>	33.50 cm
<i>Harina Lupinus 7.5:92.5</i>	27.70 cm
<i>Harina Lupinus 10:90</i>	20.57 cm

Conclusión.

La extensibilidad de las harinas disminuyó al proliferar la cantidad de harina de *Lupinus angustifolius* esto atribuye a la interacción de las proteínas del gluten (Gliadinas-Gluteínas), ya que estas confieren extensibilidad y elasticidad. Pero el trabajo de deformación aumentó significativamente. El análisis de extensibilidad muestra que 7.5:92.5, es la mejor formulación.

Referencias.

- Barney, V. (2011). Biodiversidad y ecogeografía del género *Lupinus* l. (leguminosa) en Colombia. (Tesis de Maestría), Universidad Nacional de Colombia Facultad de Ciencias Agropecuarias Coordinación General De Postgrados Palmira). Recuperado de <http://www.bdigital.unal.edu.co/4758/1/31260335.2011.pdf>.
- Baños Espíndola B., Hernández Chávez J.F., Martínez Herrera J., Reyes Santamaría Ma. I., Morales Rodríguez I., & Güemes Vera N. (2006). Propiedades de textura, extensibilidad y adhesividad de masas elaboradas con mezclas de harinas de *Jatropha*



curcas y concentrado de cebada. A Brief History of Barley Food. Cereal Food World. 51(1):4-7.

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2019). Nota informativa de la FAO sobre la oferta y la demanda de cereales. Nota informativa recuperada 20/6/2019 <http://www.fao.org/worldfoodsituation/csdb/es/>

Hernández , M., & Sastre, A. (1999). Tratado de Nutrición. Madrid: Diaz de Santos.

López, L. & Fuentes, M. (1991). Altramuz. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 48-49.

Martínez, C. & Soto, C. (2007). Cultivo de *Pleurotus columbinus* sobre vainas de *Lupinus angustifolius* adicionadas con rastrojo de maíz. Revista Iberoamericana de las Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Vol. 4, Núm.

Serna, S. (2009). Química, almacenamiento e industrialización de los cereales. México: AGT.

TI12-PROIN-051-PM

EVALUACIÓN DEL ANÁLISIS DE PERFIL DETEXTURA (TPA) EN MASAS ADICIONADAS CON HARINA DE MALANGA (*Colocasia esculenta*) PARA PANES LIBRES DE GLUTEN

¹Rodríguez Flores Raúl Vidal *, ¹Güemes Vera Norma, ¹Quintero Lira Aurora, ¹Ramos Olvera Joan Andony; ¹Soto Simental Sergio; y ¹Piloni Martini Javier

¹Centro de Investigación en Ciencia y Tecnología de Alimentos, Instituto de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Av. Universidad Km 1, Tulancingo, C.P. 43600, Hidalgo, México.

PROCESAMIENTO E INNOVACIÓN. INVESTIGACIÓN POSGRADO MAESTRIA

Resumen.

El objetivo de esta investigación se centró en el análisis de perfil de textura (TPA) de una formulación (harina de arroz, almidón de papa, almidón de mandioca, almidón de maíz) para masas libres de gluten adicionadas con harina de malanga con 2 tamaño de partícula diferente. Se analizaron 4 tratamientos: tratamiento 1 sin tamizar (T1SINTAMZ) tratamiento 1 tamizado (T1TAMZ) tratamiento 2 sin tamizar (T2SINTAMZ) y tratamiento 2 tamizado (T2TAMZ) en el cual se sustituyó el contenido de grasa con 5% y 10% de harina de malanga tamizada en malla 100x y sin tamizar. El tratamiento testigo se analizó con la formulación original. De los resultados obtenidos se mostró que la masa con 5% sin tamizar tuvo una dureza del 0.87 N, y la tamizada 0.51N, no fue así para el 10% que presentó una menor dureza de 0.82 N, para harina no tamizada y de 0.85N en la tamizada. De estos resultados se concluye que es posible adicionar harina de Malanga, la dureza se ve afectada en los dos tratamientos y el tamaño de partícula influye también en este parámetro.

Palabras clave: Dureza, harina de malanga, masas, tamaño de partícula.

Introducción.

En pacientes con enfermedad celíaca (EC), el consumo de alimentos que contienen gluten conduce al daño del intestino delgado con la consiguiente reducción de la absorción de



nutrientes. Hasta la fecha, el remedio para celíacos y otras enfermedades relacionadas con el gluten es excluirlo de la dieta (Kahraman, Harsa, Lucisano & Cappa, 2018).

Actualmente, entre el 1 y 2% de la población a nivel mundial padece de la enfermedad celíaca (EC). En México, se estima que al menos 800,000 personas padecen EC; esto indica que existe una prevalencia del 0.5 y 0.7% de la población (Espino-Manzano et al., 2018).

La malanga también conocida como taro, se cultiva en varios países de África, Asia y América. Es un tubérculo comestible que pertenece a la familia de las *Araceaes*, su forma es ovoide redonda, con pulpa almidonosa y cáscara de color marrón obscura (Malanga & Actopan, 2018). Algunos rasgos fisiológicos y fenológicos sugieren que las variedades locales de malanga (*Colocasia esculenta*) pueden adaptarse a condiciones limitadas del agua para su cultivo (Mabhaudhi, Modi & Beletse, 2014). El almidón de Malanga puede ser utilizado en la industria de alimentos como ingrediente en botanas, salsas, cremas, fideos, pastas, productos cárnicos, entre otros (Torres, Durán & Montero, 2013).

En México, el cultivo de malanga se realiza en los estados de Veracruz, Oaxaca y Puebla; la producción total en el estado de Veracruz fue de 16,552 toneladas para el año 2015, según el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (Malanga & Actopan, 2018).

Objetivo general.

Evaluar el análisis de perfil de textura en masas libres de gluten para la posterior elaboración de pan.

Objetivos específicos.

- 1) Realizar mezclas de harinas de diferentes tubérculos y cereales para obtener masas libres en gluten.
- 2) Analizar los perfiles de textura de cada una de las mezclas.

Metodología.

Se realizó en un tipo de masa libre de gluten utilizando harina de malanga con un tamaño de partícula diferente (tamizada malla 100x y sin tamizar) a una sustitución del 5% y 10%.



Para el Análisis de perfil de textura se recurrió a un Texturómetro Brokfield con una sonda cilíndrica de aluminio de 36 mm de diámetro en una prueba de compresión doble para penetrar al 50% de profundidad.

Análisis estadístico.

Empleando un diseño completamente al azar, los resultados fueron evaluados por medio de un análisis de varianza (ANOVA) y si hubo diferencias significativas entre las medias fue empleado el método Tukey para compararlas, utilizando un nivel de significancia $p < 0.05$, con el paquete estadístico SPSS Statistics.

Resultados y discusión.

Los resultados del Análisis de Perfil de Textura (TPA) se encuentran en la Tabla 1. Algunos factores para la formulación de masas libres de gluten como lo son: calidad de la harina, cantidad de azúcares, grasas, emulsionantes, mejoradores de enzimas y harinas, humedad y conservación de la masa (tiempo de fabricación y envasado del producto) influyen directamente en la textura, en productos libres de gluten a menudo resulta en una masa más líquida y al ser horneados puede dar como resultado pan con textura friable, color defectuoso entre otros (De Morais, Cruz, & Bolini, 2013). La textura de los productos horneados es importante debido a su vínculo directo con la vida útil y las cualidades alimenticias (Rodríguez-Sandoval, Cortes-Rodríguez & Manjarres-Pinzon, 2015).

Tabla 1 Análisis de perfil de textura en masas libres de gluten.

Propiedades de Textura				
	Dureza (N)	Índice masticabilidad (N)	Cohesividad	Elasticidad (mm)
TESTIGO	0.77±0.301 ^b	0.43±0.159 ^c	0.71±0.027 ^c	6.02±0.571 ^c
T1SINTAMZ	0.87±0.116 ^b	0.34±0.145 ^b	0.54±0.118 ^b	5.18±0.957 ^b
T1TAMZ	0.51±0.066 ^a	0.08±0.028 ^a	0.33±0.057 ^a	3.25±0.531 ^a
T2SINTAMZ	0.82±0.120 ^b	0.25±0.131 ^b	0.47±0.111 ^b	4.65±1.064 ^b
T2TAMZ	0.85±0.060 ^b	0.43±0.027 ^c	0.66±0.024 ^c	6.08±0.205 ^c

Los datos anteriores se expresan como las medias ± std. error (n=10)
 Las medias con diferentes letras en la misma columna son significativamente diferentes (p<0.05).

De acuerdo con Metilo & Farkas (2013), reportan que la dureza aumenta en rosquillas libres de gluten a medida que disminuye el contenido de grasa (Melito & Farkas, 2013). Pudiendo corroborar con los resultados de la tabla 1, en la cual muestra que el tratamiento 2 presenta mayor dureza que el tratamiento testigo. El contenido de agua como el de proteína afecta directamente a la textura (Larrosa, Lorenzo, Zaritzky & Califano, 2016).

Algunos factores que contribuyen a los cambios en la textura de los panes sin gluten son: la cantidad de agua en la masa y las diferencias en la capacidad de retención de humedad de la harina empleada (utilizada para reemplazar la harina de trigo), y especialmente la reducción en el contenido de proteínas del trigo en la formulación (De Morais et al., 2013), lo cual explica los resultados obtenidos ya que, en la formulación para una masa libre de gluten, la única proteína que se aporta es la de harina de Malanga, pero es en bajas proporciones de acuerdo a los tratamientos empleados.

Las masas de muffins suelen presentar un gran volumen con una estructura porosa que confiere una textura esponjosa. Esto si las burbujas de dióxido de carbono y gas se retienen en la fase continua (Sciammaro, Ferrero & Puppo, 2018). En el caso de los productos sin centeno y sin gluten, los constituyentes de los polisacáridos son generalmente más importantes para establecer la estructura del pan que las proteínas (Ziobro, Witczak, Juszczak & Korus, 2013), lo cual podría ayudar a la formulación propuesta, ya que contiene una mayor



proporción de polisacáridos. Sin embargo, su presencia puede influir significativamente en el envejecimiento del pan, lo que ocurre debido a los cambios en la retención de agua y la retrogradación del almidón (Ziobro et al., 2013).

El tamaño de partícula de la materia prima, además de la hidratación de la masa, juega un papel importante en la determinación de la calidad del pan sin gluten y la digestibilidad *in vitro* del almidón (De La Hera, Rosell & Gomez, 2014). En este caso, la formulación tiene dos tamaños de partícula, lo cual tiene mayores posibilidades de lograr una formulación adecuada.

Conclusiones.

Adicionar harina de Malanga puede desarrollar productos libres de gluten, ya que de acuerdo con la literatura, hay varios factores que intervienen en la calidad; la formulación propuesta tiene dos tamaños de partícula, lo cual amplía las posibilidades de mejorar este tipo de productos. Por otro lado, el contenido de polisacáridos puede atribuir a optimizar esta formulación. Este estudio demuestra que es posible utilizar la harina de Malanga en este tipo de productos; sin embargo, se requiere de más tratamientos para así poder optimizar la formulación.

Referencias.

- De La Hera, E., Rosell, C. M., & Gomez, M. (2014). Effect of water content and flour particle size on gluten-free bread quality and digestibility. *Food Chemistry*, 151, 526–531. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.11.115>
- De Moraes, E. C., Cruz, A. G., & Bolini, H. M. A. (2013). Gluten-free bread: Multiple time-intensity analysis, physical characterisation and acceptance test. *International Journal of Food Science and Technology*, 48(10), 2176–2184. <https://doi.org/10.1111/ijfs.12202>
- Espino-Manzano, S., Güemes-Vera, N., Chanona-Pérez, J. J., Bernardino-Nicanor, A., Hernández-Uribe, J. P., Castañeda-Ovando, A., Alanís-García, E. (2018). Quality Evaluation of Gluten-free Danish Bread Employing Different Flours and Starches.



- Food Science and Technology Research, 24(5), 785–794.
<https://doi.org/10.3136/fstr.24.785>
- Kahraman, G., Harsa, S., Lucisano, M. & Cappa, C. (2018). LWT - Food Science and Technology Physicochemical and rheological properties of rice-based gluten-free blends containing differently treated chickpea flours. LWT - Food Science and Technology, 98(May), 276–282. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.08.040>
- Larrosa, V., Lorenzo, G., Zaritzky, N. & Califano, A. (2016). Improvement of the texture and quality of cooked gluten-free pasta. LWT - Food Science and Technology, 70, 96–103. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.02.039>
- Mabhaudhi, T., Modi, A. T., & Beletse, Y. G. (2014). Parameterisation and evaluation of the FAO-AquaCrop model for a South African taro (*Colocasia esculenta* L. Schott) landrace. Agricultural and Forest Meteorology, 192–193, 132–139. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2014.03.013>
- Malanga, D., & Actopan, D. (2018). Caracterización física y nutricional de harina del tubérculo de “Malanga” (*Colocasia esculenta* L. Schott) de Actopan, Veracruz, México. 68, 175–183.
- Melito, H. S., & Farkas, B. E. (2013). Effect of infrared finishing process parameters on physical, mechanical, and sensory properties of par-fried, infrared-finished gluten-free donuts. Journal of Food Engineering, 117(3), 399–407. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2013.03.012>
- Rodriguez-Sandoval, E., Cortes-Rodriguez, M. & Manjarres-Pinzon, K. (2015). Effect of Hydrocolloids on the Pasting Profiles of Tapioca Starch Mixtures and the Baking Properties of Gluten-Free Cheese Bread. Journal of Food Processing and Preservation, 39(6), 1672–1681. <https://doi.org/10.1111/jfpp.12398>
- Sciammaro, L. P., Ferrero, C. & Puppo, M. C. (2018). Gluten-free baked muffins developed with *Prosopis alba* flour. Lwt, 98(May), 568–576. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.09.045>



Torres, A., Durán, M. & Montero, P. (2013). Evaluación de las propiedades funcionales del almidón obtenido a partir de malanga (*Colocasia esculenta*) El almidón constituye una excelente materia prima para modificar la textura y consistencia de los alimentos. Su funcionalidad depende del peso mole. 8(2), 29–38.

Ziobro, R., Witczak, T., Juszczak, L. & Korus, J. (2013). Supplementation of gluten-free bread with non-gluten proteins. Effect on dough rheological properties and bread characteristic. Food Hydrocolloids, 32(2), 213–220.
<https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2013.01.006>



TI12-PROIN-052-PD

PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS Y NUTRICIONALES DE UNA BOTANA FUNCIONAL ELABORADA A PARTIR DE *Oxalis tuberosa*

¹Paulin-Yañez, Geraldyn*; ¹González-Victoriano, Lizbeth, ¹Quintero-Lira Aurora;

¹Güemes-Vera, Norma

¹Instituto de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Av.

Rancho Universitario s/n Km. 1. Tulancingo de Bravo, Hidalgo, 43600, México

geraldynepaulin@hotmail.com; njgv2002@yahoo.com.mx

PROCESAMIENTO E INNOVACIÓN, INVESTIGACIÓN POSGRADO DOCTORADO

Resumen.

Las botanas o snacks, se han convertido en parte importante de nuestras dietas y se caracterizan por ser alimentos bajos en nutrientes y ricos en sodio; aumentando la demanda del consumidor por botanas y alimentos saludables, por lo que, los objetivos de esta investigación fueron desarrollar una botana tipo chip a partir de harinas de *Oxalis tuberosa* y comparar su funcionalidad con el tubérculo de consumo popular *Solanum tuberosa*. Una vez obtenidas las harinas como materia prima y las botanas; se evaluaron sus características fisicoquímicas (química proximal) y actividad antioxidante (ABTS, DPPH, y fenoles totales). El valor nutritivo de las harinas, se mantiene en la botana, excepto la cantidad de grasa y la composición antioxidante.

Palabras clave: *Oxalis tuberosa*, harinas, botanas, antioxidantes.

Introducción.

Las botanas o snacks son productos con alto contenido de energía; sin embargo, son bajos en compuestos nutritivos; además de ser alimentos listos para el consumo inmediato, por su composición, se han considerado alimentos “chatarra” (Hirth, 2014). Los tubérculos como *Solanum tuberosum* es un tubérculo empleado en la industria de los alimentos por la versatilidad de los productos en los que puede ser empleado para la fabricación de diversos



productos, como son: fritos, frescos, refrigerados, congelados y listos para el consumo. El tubérculo de *Oxalis tuberosa* conocido como “papa roja”, se caracteriza por contener buena fuente de carbohidratos, vitaminas, minerales y antioxidantes naturales (Chirinos, 2009); los compuestos fenólicos proporcionan importantes propiedades sensoriales en los alimentos y son responsables del color, el sabor o la textura; ayudan a reducir el riesgo de desarrollar enfermedades crónico degenerativas (Nems, 2015). En la industria de los alimentos, existe un creciente interés por desarrollar alimentos con propiedades funcionales y que su ingesta genere beneficios a los consumidores, por lo que el uso de materias primas no convencionales, como lo es *Oxalis tuberosa*, es una tendencia marcada en la industria de los alimentos.

Objetivo general.

Desarrollar una botana funcional a partir de harina de *Oxalis tuberosa* y evaluar sus características, contra una botana elaborada a partir de *Solanum tuberosum*.

Objetivos específicos.

1. Obtener de harinas de los tubérculos de *Oxalis tuberosa* y *Solanum tuberosum*.
2. Desarrollar una botana tipo chip, a través del proceso de freído.
3. Determinar las características fisicoquímicas y actividad antioxidante de las harinas de *Oxalis tuberosa* y *Solanum tuberosum*, así como de las botanas elaboradas a partir de estas.

Metodología.

Obtención de harinas y elaboración de botana: La obtención de las harinas de *Oxalis tuberosa* y *Solanum tuberosa*, fue por medio de un secado en horno de gas, bajo la metodología reportada por Ahmed y col. en 2010. Posterior al secado en horno a 55°C durante 7 h, se realizó una molienda, hasta obtener polvos que fueron tamizados con una malla del No. 100, y se almacenó en bolsas herméticas. Para la preparación de la botana tipo



“chip”, se empleó la metodología descrita por Maetens y col. (2017), donde se obtuvo una masa, que fue aplanada hasta un espesor de 3 mm, y con ayuda de un cortador, se obtuvieron las piezas, para ser freídas por inmersión a 180°C en aceite de canola.

Evaluación fisicoquímica: Se determinó el químico proximal mediante técnicas oficiales, Humedad (AOAC 925.10, 1990), Cenizas (AOAC 923.03, 1990), Grasa: Método de *Soxhlet* (AOAC 985.15, 1990), Fibra (AOAC 920.86, 1990), Proteína: Método de Kjeldahl (Pearson 7.2, 1993).

Actividad Antioxidante: Radical *2,2-difenil-1-picrilhidracilo* (DPPH): Para la determinación de la actividad antioxidante por inhibición del radical DPPH se empleó la metodología citada por Brand-Williams y col. (1995), Radical *2,2'-azino-bis (ácido 3-etilbenzotiazolina-6-sulfónico)* (ABTS): Para la determinación de actividad antioxidante por el radical ABTS, se determinó bajo las condiciones empleadas por Re y col. (1999). *Fenoles totales:* se utilizó la metodología descrita por Singleton y col. (1999).

Resultados.

Las propiedades fisicoquímicas de las harinas de *Oxalis tuberosa* y *Solanum tuberosum*, están descritas en la tabla 1. Cajamarca (2010) reporta para *Oxalis tuberosa* deshidratada, 80 °C, en proteína de 9.8%. En este estudio, se utilizaron temperaturas de secado de 55 °C durante 7 horas, lo que podría haber generado una desnaturalización de las bases nitrogenadas, causando un aumento en los carbohidratos. Sin embargo, según otros autores (Mu, 2019), para el contenido de proteínas en la papa, reportan valores de 1.74% - 9.14%, en base seca. Para la composición de *Solanum tuberosum*, Murrieta-Pazos y col. 2012 reportan el contenido de la proteína de 4, 2 g / 100 g de peso fresco, sin embargo, la composición de los tubérculos es muy variada, debido a sus genotipos. Para las botanas elaboradas a partir de estos tubérculos, su composición (tabla 2) se presentan datos de la composición química proximal, el comportamiento de las muestras siguió la tendencia de las harinas, sin embargo, mientras que para el extracto etéreo (Grasa) se presenta un aumento propio del proceso de freído en ambas muestras, (19.26±1.35 y 19.40±1.09, para *Oxalis tuberosa* y *Solanum tuberosum* respectivamente), Maetens y col. en el 2017, reportan valores para el contenido

de grasa de una botana tipo chip elaboradas a base de harina de soja germinada de 13.8 ± 0.3 , las variaciones entre estos contenidos, depende de la preparación, ya que Maetens y col. (2017), hornean su botana, mientras que en la presente investigación se realiza un proceso de freído. Para la evaluación de la actividad antioxidante, se utilizaron concentraciones de muestra de 0.1 g. Los resultados obtenidos para las diferentes muestras para DPPH; en la figura 1 se observa la superioridad de la inhibición del radical DPPH, de la harina de *Oxalis tuberosa* sobre el resto de las muestras; esto se atribuye directamente a las propiedades antioxidantes que posee el tubérculo de *Oxalis tuberosa*, debido a la presencia de ácidos fenólicos, flavonoides y antocianinas (Chirinos, 2009; Kita 2014). Este comportamiento se observa para las botanas, *Oxalis tuberosa* mantiene la capacidad de inhibición del DPPH, debido a los compuestos antioxidantes de variada reactividad (*Oxalis tuberosa*) y que cada compuesto fenólico actúa de forma diferente sobre la capacidad antioxidante (Vergara-Valencia, 2007). Para fenoles totales y ABTS (tabla 3), puede observarse que para las tres pruebas se muestran diferencias significativas entre la harina de *Oxalis tuberosa* y *Solanum tuberosum*. Estos resultados son similares a los reportados por Nems (2015), donde analizan distintos tipos de papa con contenidos de fenoles totales entre 2.47 y 4.27 mg AG/g de muestra, en donde los tubérculos de variedad azul, son los que muestran mayor contenido de estos compuestos. Kita (2014), reporta para tubérculos de color púrpura, mayor contenido de fenoles, siendo la variedad púrpura *Vitelotte*, los que presentan valores altos de equivalentes de ácido gálico (1.35mg AG/g de muestra), con respecto a otros genotipos de papa. El contenido de fenoles es superior para el Chip elaborado de *Oxalis tuberosa*, sobre todas las muestras, lo que puede relacionarse directamente con el aumento en el contenido de grasas de las propias botanas, el aumento en este parámetro puede deberse a los fenoles presentes en el aceite. Para la evaluación de la actividad antioxidante mediante ABTS, la harina de *Oxalis tuberosa*, mostró mayor actividad antioxidante (283.46 ± 0.02 $\mu\text{mol Trolox/g MS}$), en comparación con *Solanum tuberosum* (240.8 ± 0.015 $\mu\text{mol Trolox/g MS}$).

Conclusiones y/o recomendaciones.

El tubérculo de *Oxalis tuberosa*, ha presentado superioridad en algunos compuestos de interés para la elaboración de productos funcionales, en comparación con el tubérculo de *Solanum tuberosum*, que es el tubérculo de consumo popular. *Oxalis tuberosa* muestra potencial como un alto contenido nutricional, para una botana funcional; sin embargo, se requieren más investigaciones para su aplicación y aprovechamiento, así como relacionar la presencia de compuestos antioxidantes en la mejora del proceso de freído, debido a la generación de compuestos no deseables como acrilamida, para poder emplear esta materia prima como ingrediente tecno-funcional.

Tablas y Figuras

Tabla 1. Composición química proximal de harinas de *Oxalis tuberosa* y *Solanum tuberosum*.

Muestra	Composición química proximal				
	Humedad (g)	Cenizas (g)	Extracto Etéreo (g)	Fibra (g)	Proteína (g)
Harina <i>Oxalis tuberosa</i>	7.41±0.15 ^a	3.46±0.02 ^b	0.89±0.01 ^a	42.13±1.34 ^a	5.16±0.36 ^b
Harina <i>Solanum tuberosum</i>	9.94±0.19 ^b	4.09±0.0 ^a	0.49±1.13 ^b	37.61±1.60 ^b	8.80±0.41 ^a

Los valores presentados como ± Desviación estándar se realizaron por triplicado.

^a Comparación de medias.

Tabla 2. Composición química proximal de papa tipo chip de *Oxalis tuberosa* y *Solanum tuberosum*.

Muestra	Composición química proximal				
	Humedad (g)	Cenizas (g)	Extracto Etéreo (g)	Fibra (g)	Proteína (g)
Chip de <i>Oxalis tuberosa</i>	9.9±0.25 ^b	3.58±0.01 ^a	19.26±1.35 ^a	23.66±2.41 ^b	6.95±0.24 ^b
Chip de <i>Solanum tuberosum</i>	5.09±0.89 ^a	3.07±0.27 ^a	19.40±1.09 ^a	19.11±0.86 ^a	3.96±0.16 ^a

Los valores presentados como \pm Desviación estándar se realizaron por triplicado.

^a Comparación de medias.

Tabla 3. Fenoles totales y ABTS de harinas de *Oxalis tuberosa*, *Solanum tuberosum*, Chip *Oxalis tuberosa* y Chip *Solanum tuberosum*.

Análisis	Fenoles Totales	ABTS
Muestra	mg AG	$\mu\text{mol Trolox/g}$
Harina de <i>Oxalis tuberosa</i>	0.78 ± 0.01^b	283.46 ± 0.02^a
Harina de <i>Solanum tuberosum</i>	0.49 ± 0.02^c	240.8 ± 0.015^b
Chip <i>Solanum tuberosum</i>	0.36 ± 0.01^c	248.13 ± 0.003^b
Chip <i>Oxalis tuberosa</i>	3.76 ± 0.02^a	296.13 ± 0.006^a

Los valores presentados como \pm desviación estándar se realizaron por triplicado.

^a Comparación de medias.

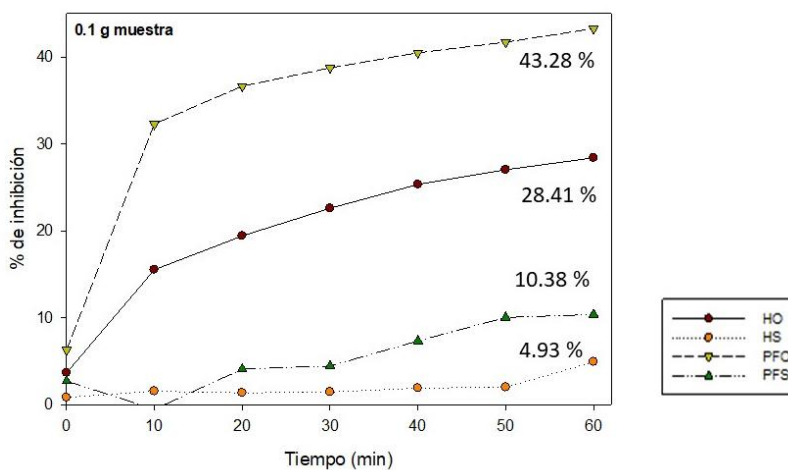


Figura 1. Inhibición de radical DPPH con concentración de 0.1 g de muestra de harinas *Oxalis tuberosa* (HO), *Solanum tuberosum* (HS), Chip *Oxalis tuberosa* (PFO), Chip *Solanum tuberosum* (PFS).

Referencias.

A.O.A.C. (1999). Official Methods of Analysis (16th ed). Association of Official Analytical Chemist. Washington D.C. USA



- Ahmed, J. (2019). Effect of particle size and temperature on rheology and creep behavior of barley β -d-glucan concentrate dough. *Carbohydrate Polymers*, 111, 89-100
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. and Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT - Food Science and Technology*, 28(1), pp.25-30.
- Cajamarca Ruiz, Esther Elizabeth. (2010). Evaluación nutricional de la oca (*Oxalis tuberosa*) fresca, endulzada y deshidratada en secado de bandejas. Tesis para obtener el grado de químico farmacéutico. Ecuador: s.n.
- Hirth, M., Leiter, A., Beck, S. & Schuchmann, H. (2019). Effect of extrusion cooking process parameters on the retention of bilberry anthocyanins in starch based food. *Journal of Food Engineering*, 125, pp.139-146
- Kita, A., Bąkowska-Barczak, A., Lisińska, G., Hamouz, K. & Kułakowska, K. (2014). Antioxidant activity and quality of red and purple flesh potato chips. *LWT - Food Science and Technology*, 62(1), pp.525-531
- Maetens, E., Hettiarachchy, N., Dewettinck, K., Horax, R., Moens, K., & Moseley, D. (2019). Physicochemical and nutritional properties of a healthy snack chip developed from germinated soybeans. *LWT - Food Science and Technology*, pp.505-510
- Mu, T. H., & Singh, J. (2019). Sweet potato: chemistry, processing, and nutrition—an introduction. In *Sweet Potato* (pp. 1-4). Academic Press.
- Murrieta-Pazos, I., Gaiani, C., Galet, L., Calvet, R., Cuq, B. & Scher, (2012) J.Food powders: Surface and form characterization revisited. *Journal of Food Engineering*, 112, pp.1–21
- Nemś, A., Pęksa, A., Kucharska, A., Sokół-Łętowska, A., Kita, A., Drożdż, W. and Hamouz, K. (2015). Anthocyanin and antioxidant activity of snacks with coloured potato. *Food Chemistry*, 172, pp.175-182.



- Serpen, A., Gökmen, V. and Mogol, B. (2012) Effects of different grain mixtures on Maillard reaction products and total antioxidant capacities of breads. *Journal of Food Composition and Analysis*, 26(1-2), pp.160-168.
- Singleton, V. Rossi, J. (1995). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic–phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture* 16: pp.144-158.
- Vergara-Valencia, N., Granados-Pérez, E., Agama-Acevedo, E., Tovar, J., Ruales, J., Bello-Pérez, L.A. (2007). Fibre concentrate from mango fruit: Characterization associated antioxidant capacity and application as a bakery product ingredient. *LWT-Food Science and Technology*, 40, pp.722-729.

TI12-PROIN-057-PM

DESARROLLO DE UN RECUBRIMIENTO CON NANOPARTÍCULAS DE QUITOSANO FUNCIONALIZADAS CON ACEITE ESENCIAL DE *Syzygium aromaticum* Y *Cinnamomum verum*, PARA LA CONSERVACIÓN DE JUGOS DE FRUTAS.

¹Rojas Sánchez María Guadalupe*, ¹Zambrano Zaragoza María de la Luz y ¹Pérez Gutiérrez Rosa Martha.

¹Instituto Politécnico Nacional, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Unidad Profesional Adolfo López Mateos, Zacatenco, Av. Wilfrido Massieu 399, Col. Nueva Industrial Vallejo, C.P. 07738 Alcaldía Gustavo A. Madero CDMX. México, mel_neige@hotmail.com.

PROCESAMIENTO E INNOVACIÓN, INVESTIGACIÓN POSGRADO MAESTRÍA

Resumen.

Los aceites esenciales con efecto conservador son por lo general susceptibles a la degradación y se volatilizan u oxidan con facilidad, razón por la que es necesario protegerlos, siendo una alternativa la nanoencapsulación. El objetivo fue preparar y caracterizar nanopartículas de quitosano funcionalizadas con aceite esencial de clavo, canela y la mezcla de ambos, para su aplicación como recubrimiento con control de liberación de un envase rígido de polietileno tereftalato. Las nanopartículas fueron preparadas por el método de gelificación iónica, se empleó etilcelulosa como soporte y este fue aplicado por aspersión a la superficie del envase. A las nanopartículas se les determinó el tamaño de partícula, índice de polidispersidad, eficiencia de encapsulación, capacidad de carga. Sobre el envase recubierto, se determinó la cinética de liberación. Las nanopartículas de quitosano tuvieron tamaños de entre 156.43 ± 2.4 nm; el aceite esencial de clavo/canela presentan un tamaño promedio de 175.18 ± 2.09 nm, con índices de polidispersidad < 0.3 . La cinética de liberación se realizó en solución de alcohol al 40 % a pH 4, las cinéticas se obtuvieron a una $\lambda = 282$ nm para el aceite de clavo y la mezcla clavo y canela y $\lambda = 287$ nm para el aceite de canela; los resultados mostraron



que hubo un efecto “burst” con una liberación inicial de 41.92 % para el aceite de canela y de 38.86 % para el aceite de clavo; después de transcurrido este tiempo, se mantuvo constante durante 7 días. Concluyéndose que la aplicación de un recubrimiento con nanopartículas de quitosano es una buena opción para la liberación de aceites esenciales con actividad antioxidante y antimicrobiana.

Palabras clave: Recubrimiento, nanopartículas, aceite esencial de clavo y canela, cinética de liberación, quitosano.

Introducción.

Los aceites esenciales de clavo y canela han sido ampliamente estudiados, atribuyéndoles principalmente propiedades antimicrobianas y antioxidantes; son considerados aditivos naturales con potencial para reemplazar los aditivos sintéticos y se usan principalmente como aromatizantes en la industria alimentaria. Actualmente su uso como preservadores en jugos de frutas está siendo analizada como una posibilidad para preservar o mantener los bioactivos presentes; estos poseen actividad antimicrobiana, incluida la microflora patógena de los jugos de frutas (Fleet, 2011; Pandey & Negi, 2017); sin embargo, su empleo está limitado por su baja solubilidad, susceptibilidad a la degradación, volatilización y fácil oxidación, además de su intenso sabor, que puede influir en las propiedades sensoriales de los jugos de frutas (Ribeiro-Santos, Andrade, Melo & Sanches-Silva, 2017). Estos efectos se pueden disminuir mediante su nanoencapsulación, con el objetivo principal de preservar y proteger sus propiedades funcionales, al tiempo que proporciona una liberación controlada y sostenida, además de ofrecer una mayor área superficial.

Objetivo.

Elaborar un recubrimiento de etilcelulosa con nanopartículas de quitosano funcionalizadas con aceite esencial de clavo y canela, y aplicarlo mediante aspersion a un envase de PET para su potencial uso como sistemas de liberación en la conservación de jugos.

Metodología.

Las nanopartículas fueron preparadas por el método de gelificación iónica empleando tripolifosfato como agente de entrecruzamiento para el quitosano de bajo peso molecular que fue funcionalizado con aceite esencial de clavo o canela y la mezcla de clavo-canela en proporción 2:1; se determinó el tamaño de partícula por dispersión de luz, potencial zeta por movimiento electroforético, capacidad de carga y cinética de liberación a pH 4 simulando el pH promedio de un jugo de frutas.

Análisis de resultados.

El Cuadro 1 muestra el comportamiento del tamaño de partícula obtenido por dispersión de luz; las nanopartículas mostraron un comportamiento monomodal con índice de polidispersión < 0.3 y con distribución de tamaños de partícula > 100 nm, con diferencia estadísticamente significativa respecto a las nanopartículas sin funcionalizar. El aumento del tamaño de partícula se debe a la carga del aceite esencial (Hosseini, Zandi, Rezaei & Farahmandghavi, 2013). Mohammadi et al. (2015) reporta tamaños de partícula de 100 a 190 nm para nanopartículas de quitosano cargadas con aceite esencial de canela a diferentes concentraciones mientras que Cui, Bai, Rashed & Lin (2018) reportan tamaños de partícula para nanopartículas de quitosano funcionalizadas con aceite esencial de clavo de 159 a 236 nm. Respecto al potencial zeta, las nanopartículas de quitosano tuvieron 8.78 ± 1.26 mV mientras que, con la adición de aceite esencial de clavo, canela o la mezcla clavo-canela, se logra incrementar de manera significativa ($p < 0.05$). Matshetshe, Parani, Manki & Oluwafemi (2018) reportan un incremento del potencial zeta cuando se encapsula aceite esencial de canela en nanopartículas de quitosano, atribuyéndole este incremento de la carga positiva al aumento en la cantidad de aceite en la matriz de quitosano que puede dificultar o disminuir la densidad de reticulación del grupo amino del quitosano con el grupo fosfato del tripolifosfato de sodio, exponiendo así más grupos amino de carga positiva. De acuerdo con el análisis de varianza, se mostró que existió diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.05$) en la eficiencia de encapsulación para los aceites esenciales utilizados, siendo el

aceite esencial de clavo el que mostró una mejor eficiencia de encapsulación con un 63.52 ± 0.72 %, seguida por la mezcla clavo-canela 60.07 ± 1.03 % y finalmente, el aceite esencial de canela mostró una eficiencia de encapsulación de 57.72 ± 1.22 %. Sotelo-Boyás et al. (2017) reportan un 68 ± 1 % de eficiencia de encapsulación en nanopartículas de quitosano funcionalizadas con aceite de tomillo. La capacidad de carga fue mejor para el aceite esencial de clavo con un 2.18 ± 0.03 %, en comparación con el aceite esencial de canela 1.98 ± 0.05 % y la mezcla de aceite de clavo-canela que obtuvo 2.06 ± 0.04 %. Hu et al. (2015) elaboraron nanopartículas de quitosano funcionalizadas con aceite esencial de canela con tres tamaños de partícula 112 nm, 215 nm y 527 nm por reacción de gelificación iónica, obteniendo capacidad de carga de 12.43, 19.93 y 20.65 %, respectivamente, concluyendo que la capacidad de carga del aceite esencial de canela se mejoró con el aumento del diámetro medio del tamaño de partícula.

Cuadro 1. Caracterización de las nanopartículas de quitosano.

Nanoparticulas	Tamaño (nm)	Índice de polidispersión	Potencial zeta (mV)	Eficiencia de encapsulación (%)	Capacidad de carga (%)
Quitosano	156.43 ± 2.4^c	0.243 ± 0.021^b	8.78 ± 1.26^c	-	-
Clavo	184.84 ± 1.7^a	0.227 ± 0.017^b	19.7 ± 0.872^a	63.52 ± 0.72^a	2.18 ± 0.03^a
Canela	187.63 ± 2.48^a	0.273 ± 0.016^a	19.86 ± 0.513^a	57.72 ± 1.22^b	1.98 ± 0.05^b
Clavo-canela	175.18 ± 2.09^b	0.237 ± 0.012^b	16.26 ± 0.802^b	60.07 ± 1.03^b	2.06 ± 0.04^b

Medias con diferente letra en la misma columna son estadísticamente significativas con un $\alpha=0.05$

La Figura 1 muestra que todos los recubrimientos presentaron efecto “burst” de 41.92 ± 0.79 % de aceite esencial de canela, 38.86 ± 0.83 % para el clavo y 29.41 ± 0.91 % para mezcla de ambos; seguida por una segunda fase donde la liberación disminuye ligeramente; esta fase

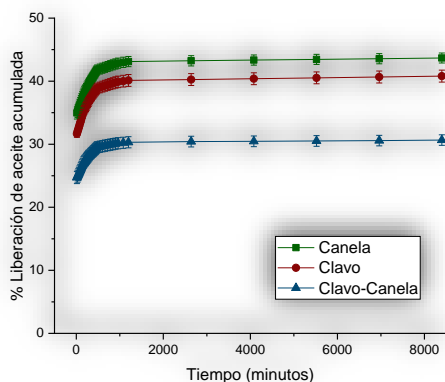


Figura 1. Cinética de liberación.

tuvo lugar desde los 540 a 849 min, teniendo una liberación del 42.59 ± 0.80 % para el aceite de canela, 39.89 ± 0.91 % del aceite esencial de clavo y 30.16 ± 0.89 %; finalmente se observa una tercera fase, en donde se consigue una liberación sostenida o controlada a partir de los 840 min hasta los 8400 min donde se espera se libere el resto del aceite esencial de clavo, canela o la mezcla de ambos. Generalmente, el proceso de liberación se puede caracterizar en como un

procedimiento bifásico, es decir, una liberación inicial rápida “burst” seguida de una liberación más lenta; este efecto “burst” puede atribuirse a la desorción del aceite esencial de canela cerca de la superficie durante la preparación de las nanopartículas, que luego se difundió rápidamente cuando las nanopartículas entraron en contacto con el medio de liberación (Mohammadi et al., 2015).

Conclusiones.

- Se obtuvieron tamaños de partículas <200nm. Con la funcionalización de las nanopartículas de quitosano con aceite esencial de clavo, canela o la mezcla de ambos, incrementó el potencial zeta.
- El aceite esencial de clavo mostró una mejor eficiencia de encapsulación y capacidad de carga respecto al aceite esencial de canela y a la mezcla de aceite clavo-canela.



Agradecimientos.

Investigación realizada gracias al Programa UNAM-PAPIIT IT-201617 y el proyecto de investigación interna PIAPI 1801 de FES Cuautitlán.

Referencias.

- Cui, H., Bai, M., Rashed, M. M. A., & Lin, L. (2018). The antibacterial activity of clove oil/chitosan nanoparticles embedded gelatin nanofibers against *Escherichia coli* O157:H7 biofilms on cucumber. *International Journal of Food Microbiology*, 266(November 2017), 69–78. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2017.11.019>
- Fleet, G. H. (2011). Yeast spoilage of foods and beverages. In *The Yeasts* (Vol. 1, pp. 53–63). <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-52149-1.00005-7>
- Hosseini, S. F., Zandi, M., Rezaei, M., & Farahmandghavi, F. (2013). Two-step method for encapsulation of oregano essential oil in chitosan nanoparticles: Preparation, characterization and *in vitro* release study. *Carbohydrate Polymers*, 95(1), 50–56. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2013.02.031>
- Hu, J., Wang, X., Xiao, Z., & Bi, W. (2015). Effect of chitosan nanoparticles loaded with cinnamon essential oil on the quality of chilled pork. *LWT - Food Science and Technology*. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.03.049>
- Matshetshe, K. I., Parani, S., Manki, S. M., & Oluwafemi, O. S. (2018). Preparation, characterization and *in vitro* release study of β -cyclodextrin/chitosan nanoparticles loaded *Cinnamomum zeylanicum* essential oil. *International Journal of Biological Macromolecules*. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2018.06.125>
- Mohammadi, A., Hashemi, M., & Hosseini, S. M. (2015). Chitosan nanoparticles loaded with *Cinnamomum zeylanicum* essential oil enhance the shelf life of cucumber during cold



- storage. *Postharvest Biology and Technology*, 110, 203–213.
<https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2015.08.019>
- Pandey, A., & Negi, P. S. (2017). Use of natural preservatives for shelf life extension of fruit juices. in fruit juices: extraction, composition, quality and analysis.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802230-6.00029-1>
- Ribeiro-Santos, R., Andrade, M., Melo, N. R. de, & Sanches-Silva, A. (2017). Use of essential oils in active food packaging: Recent advances and future trends. *Trends in Food Science and Technology*, 61, 132–140.
<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.11.021>
- Sotelo-Boyás, M., Correa-Pacheco, Z., Bautista-Baños, S., & Gómez-Gómez, Y. (2017). Release study and inhibitory activity of thyme essential oil-loaded chitosan nanoparticles and nanocapsules against foodborne bacteria. *International Journal of Biological Macromolecules*, 409–414.
<https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2017.05.063>



TI12-PROIN-058-PM

SEPARACIÓN MECÁNICA DE XILOGLUCANO DE LA SEMILLA DE TAMARINDO POR MÉTODO HÚMEDO Y SECO

¹Gutiérrez-Cortez E., * ²Espínola-Sotres V., ¹Cornejo-Villegas M.A., ²Rojas- Molina J.I.,
³del Real López A.

¹Universidad Nacional Autónoma de México, FES-Cuautitlán. Laboratorio de Procesos de Transformación y Tecnologías Emergentes de Alimentos. Km 2.5 Carretera Cuautitlán–Teoloyucan, San Sebastián Xhala, Cuautitlán Izcalli, Estado de México, CP. 54714, México.

²Universidad Autónoma de Querétaro, Posgrado en Ciencias Químico Biológicas.

³Depto. De Ingeniería Molecular de Materiales y Departamento de Nanotecnología, CFATA-UNAM, Blvd. Juriquilla 3001, Juriquilla, Querétaro C.P. 76230, México.

elsaneqpm@yahoo.com.mx

PROCESAMIENTO E INNOVACIÓN. INVESTIGACIÓN POSGRADO MAESTRÍA.

Resumen.

El xiloglucano es un polisacárido extraído de la semilla de los cormófitos, entre ellos el dátil, el lichi, el tamarindo. Como subproducto del proceso, brinda la oportunidad de extraer xiloglucano aprovechando el bajo costo de la materia prima. Dentro de las propiedades más importantes que presenta este biopolímero, es que es formador de películas, laminillas comestibles, recubrimientos y envases biodegradables. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de dos diferentes tratamientos, mediante una separación mecánica en una centrífuga de discos para obtener un xiloglucano con el mayor rendimiento y mejor eficiencia de separación. A la semilla de tamarindo se le aplicaron dos tratamientos independientes: uno con remojo y el otro con tostado para retirar la testa. Posteriormente, se molieron en un Pulvex 200 con restricción a la salida de una criba de 1mm. Con estos sólidos granulares, se prepararon suspensiones, las cuales fueron geladas y centrifugadas a diferentes condiciones experimentales (6000 y 7000 rpm) a una velocidad de alimentación de 200 mL/ min. Se determinó el componente viscoso y elástico a la suspensión con un equipo Anton Paar MCR-102 (Austria), con el cilindro (CC27 SN29767). Y la morfología en un microscopio electrónico de barrido a bajo vacío (Jeol JSM 6060LV), Japón. Los resultados mostraron que a 6000 rpm, el valor más alto fue de 17,36 % para el tostado y a 7000 rpm de 14.87 %. La



viscosidad de la dispersión al 3.5 % se obtuvo un valor de más del doble 18.8 Pa.s para el tostado. Las micrografías mostraron que tienen una morfología muy similar. Las condiciones de extracción presentaron que para 6000 rpm, las semillas tostadas de tamarindo, presentaron mayor rendimiento de xiloglucano y este desarrolla mayor viscosidad que el extraído de semilla húmeda.

Palabras clave: Biopolímeros, semilla de tamarindo, separaciones mecánicas, xiloglucano

Introducción.

El tamarindo se utiliza para la elaboración de dulces, pulpas, jarabes, entre otros y su semilla es un subproducto que puede ser aprovechado para obtener materiales poliméricos como el xiloglucano (Xy), ya que representa aproximadamente el 30% de la composición del fruto. Debido a su estructura, la cual se compone de cadenas de glucano β (1-4) con residuos de glucosa sustituidos por xilosas enlazados α (1-6) y residuos de galactosa con enlaces β (1-2) (Chandini et al., 2008). El Xy tiene la capacidad de incrementar la viscosidad de dispersiones acuosas (Alpizar-Reyes et al., 2017). En la industria alimentaria es utilizado como estabilizante, ya que provee de cuerpo, brinda textura y mejora la estabilidad de los productos coloidales (Li y Nie, 2016). Durante las últimas décadas, los biopolímeros naturales han sido objeto de interés en la industria alimentaria y farmacéutica, debido a su gran disponibilidad, bajos costos y biodegradabilidad (González-Martínez et al., 2017). Por lo tanto, resulta importante el aprovechamiento de la semilla de tamarindo como fuente de un hidrocoloide de origen natural. Sin embargo, entre las desventajas que se reportan, son la extracción en pequeña escala (González et al., 2017); algunos métodos utilizan solventes para la extracción de hidrocoides, que no son amigables con el medio ambiente o presentan impurezas en el xiloglucano, debido a las condiciones de extracción (Joshny et al., 2012; Sangareswari et al., 2017). El propósito de la investigación fue encontrar las condiciones de extracción para obtener el mayor rendimiento de xiloglucano a partir de la semilla de *Tamarindus indica L.* remojada y tostada, así como establecer sus características reológicas y su morfología.

Objetivo.

Establecer las condiciones del proceso para la extracción del xiloglucano a partir de las semillas de *Tamarindus indica* L., remojadas y tostadas, a fin de obtener una mejor eficiencia de separación y un mayor rendimiento del polisacárido.

Metodología.

Las semillas (100 g) se remojaron en 300 mL de agua a 5 °C por tres días; por otra parte, 100 g de semillas fueron tostadas en horno de convección a 110 °C por 15 min; posteriormente se les retiró el tegumento y fueron molidas en un molino de martillos móviles; la muestra se secó a 100 °C hasta alcanzar 5 % humedad (b.s.). Se realizó de nuevo una molienda en un molino de martillos estriados Pulvex 200. Para la gelación, se preparó una dispersión de sólidos de semilla en polvo 5 % (p/p) con agua destilada. La mezcla se calentó a 80 °C y se mantuvo en agitación constante por 20 min. La dispersión se dejó reposar 4 horas a 20 °C. Posteriormente, se centrifugó el sobrenadante utilizando una centrífuga de discos a 6000 y 7000 rpm por 25 min. Se precipitó con etanol, en una proporción 1:2. La fase ligera, en una proporción 1:2 y se filtró para obtener el xiloglucano, el cual se secó en un horno de convección a 100 °C hasta alcanzar 4% humedad. Se determinó el componente viscoso y elástico a la suspensión con un equipo Anton Paar MCR-102 (Austria), con el cilindro (CC27 SN29767). Y la morfología en un microscopio electrónico de barrido a bajo vacío (Jeol JSM 6060LV).

Resultados.

Los resultados mostraron que el rendimiento en xiloglucano que se presenta en la Figura 1, obtenido a 6000 rpm tiene el valor más alto 17,36 %, el cual correspondió para la semilla tostada y para el obtenido de semilla húmeda o remojada fue de 15%. Para a 7000 rpm de 14.87 % para la semilla tostada y de 13.5 % para la semilla húmeda.



Figura 1. Precipitación de la fase ligera para obtener rendimiento en xiloglucano.

El mayor rendimiento encontrado fue a 6000 rpm para las suspensiones elaboradas con sólidos granulares de semilla tostada

La eficiencia de separación se presenta en la Figura 2 para las velocidades de giro de 6000 y 7000 rpm, para las suspensiones obtenidas con granulados de semilla húmeda y tostada.

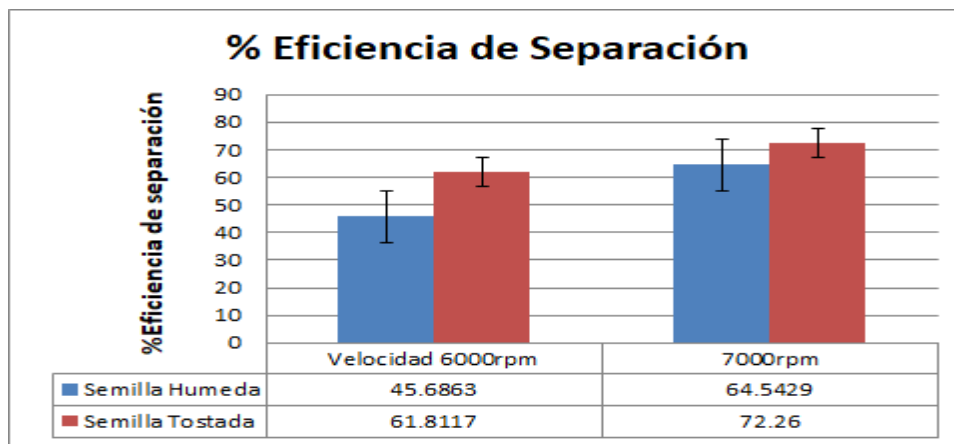


Figura 2. Eficiencia de separación de suspensiones de semilla húmeda y tostada.

La mejor eficiencia de separación se presentó siempre para el xiloglucano tostado y a 7000 rpm.

La Figura 3 presenta el comportamiento reológico del xiloglucano.

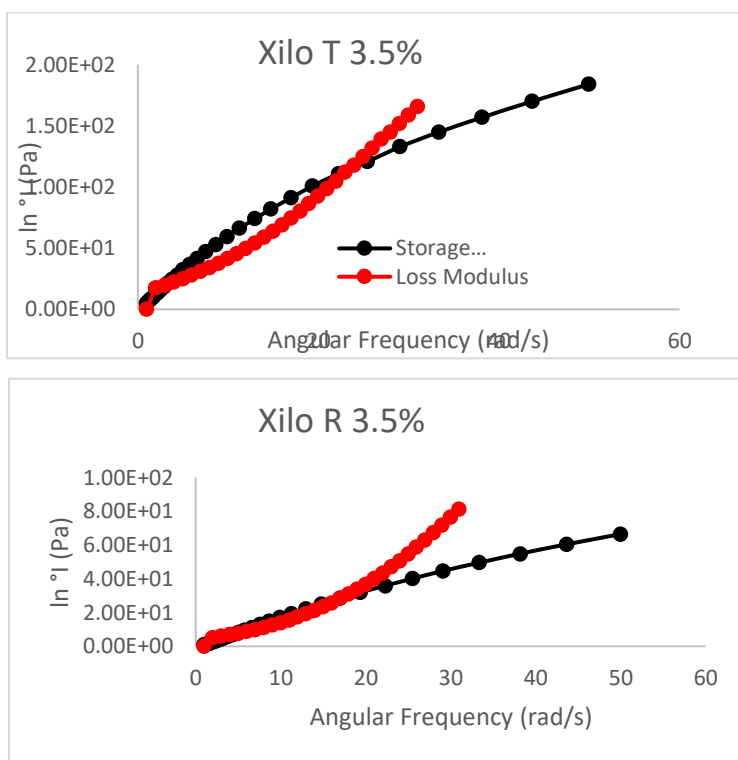


Figura 3. Resultados del comportamiento reológico de xiloglucano.

El comportamiento reológico de la dispersión de xiloglucano de semilla tostado al 3.5% es más elástico y viscoso a frecuencia angulares por debajo de 20 rad/s, en comparación con la dispersión de xiloglucano obtenido de semilla húmeda. Asimismo, se observa que al incrementar la frecuencia angular, se vuelve más viscoso que elástico.

Las micrografías de xiloglucano obtenidas con los dos diferentes tratamientos mostraron que tienen una morfología muy similar.

Conclusiones.

Se presentó mayor rendimiento a la velocidad de 6000 rpm, sin importar el tipo de descascarillado, y la mejor eficiencia de separación a 7000 rpm. El xiloglucano obtenido de la semilla tostada, presenta valores de viscosidades muy altas con respecto al remojado, ambas trabajadas en dispersiones de 3.5 %. No se aprecian diferencias morfológicas en las micrografías entre los xiloglucanos obtenidos por los dos diferentes métodos.



Referencias.

- Alpizar-Reyes, E., Carrillo-Navas, H., Gallardo-Rivera, R., Varela-Guerrero, V., Alvarez-Ramirez, J. & Pérez-Alonso, C. (2017). Functional properties and physicochemical characteristics of tamarind (*Tamarindus indica* L.) seed mucilage powder as a novel hydrocolloid. *J. of Food Eng.*, 209, 68–75.
- Chandini S. & Bhattacharya, S. (2008) Tamarind Seed: Properties, Processing and Utilization. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 48:1, 1-20.
- González, D., Carrillo, H., Barrera, C., Martínez, S., Alvarez, J. & Pérez, C. (2017). Characterization of a novel complex coacervate based on whey protein isolate-tamarind seed mucilage. *Food Hydrocoll.* 72: 115-126.
- González-Martínez, D., Carrillo-Navas, H., Barrera-Díaz, C., Martínez-Vargas, S., Álvarez-Ramírez, J. & Pérez-Alonso, C. (2017). Characterization of a novel complex coacervate based on whey protein isolate-tamarind seed mucilage. *Food Hydrocoll*, 72, 115–126.
- Joshny J., S. N. Kanchalochana, G. Rajalakshmi, V. H. & Ramya, D. D. (2012). Tamarind seed polysaccharide: A promising natural excipient for pharmaceutical. *Int. J Pharm.* 6: 270-278.
- Li, J. M. & Nie, S. P. (2016). The functional and nutritional aspects of hydrocolloids in foods. *Food Hydrocoll*, 53, 46-61.
- Sangareswari, N. M., A. Balasubramanian, P.R. Renganayaki, & Sudha, P. (2017). Optimizing Roasting Standards for Quality Gum Production in Tamarind Seed Gum Production. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci.* 17: 268-279.



TI12-PROIN-060-PD

CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y PROPIEDADES DE VISCOSIDAD DE ALMIDÓN AISLADO DE JÍCAMA (*Pachyrhizus spp.*) Y ALMIDÓN ADICIONADO CON $\text{Ca}(\text{OH})_2$

¹Cornejo Villegas María de los Angeles*, ²Contreras Jiménez Brenda, ²Del Real López Alicia, ¹Zambrano Zaragoza María de la Luz, ¹Gutiérrez Cortez Elsa y ²Rodríguez García Mario Enrique

¹Departamento de Ingeniería y Tecnología, FES-Cuautitlán, Laboratorio de Procesos de Transformación y Tecnologías Emergentes de Alimentos, Universidad Nacional Autónoma de México, Cuautitlán Izcalli, Estado de México, C.P. 54714, México. ²Departamento de Ingeniería Molecular de Materiales y Departamento de Nanotecnología, Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada, Universidad Nacional Autónoma de México, Blvd. Juriquilla 3001, Juriquilla, Querétaro C.P. 76230, México

angicornejo@gmail.com

PROCESAMIENTO E INNOVACIÓN, INVESTIGACIÓN POSGRADO DOCTORADO

Resumen.

La jícama (*Pachyrhizus spp.*) es una leguminosa de México cultivada por sus raíces de tubérculos que son ricas en fibra, vitaminas, carbohidratos y minerales. El contenido de almidón en la materia seca de esta raíz es de aproximadamente el 83%, lo que lo convierte en una fuente atractiva para la extracción de este carbohidrato. El objetivo de este trabajo fue estudiar las propiedades fisicoquímicas del almidón de jícama (*Pachyrhizus spp.*) aislado, así como el efecto de la adición de iones de calcio de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ en el almidón mediante un estudio detallado de los cambios estructurales, reológico-mecánico y propiedades vibracionales IR. El almidón de jícama aislado fue caracterizado empleando técnicas como: amilosa, índice de absorción de agua e índice de solubilidad, morfología con microscopía electrónica, análisis vibracional y viscosidad del almidón. Los resultados muestran que las propiedades funcionales fueron afectadas por la inclusión de Ca, que originó interacciones electrostáticas. Las temperaturas de gelatinización en el perfil de viscosidad cambiaron a valores altos y fue

exhibido un despliegue. Los cambios en las propiedades reológico-mecánicas fueron atribuidos al Ca^{2+} y a la interacción de Van der Waals para la vibración del C-OH. Las imágenes SEM demostraron que el almidón sin álcali exhibía una estructura de la red porosa hidrogel, mientras que el almidón con hidróxido exhibió una estructura tipo hojuelas y red porosa. El hallazgo más importante mediante el cálculo del $\text{IR}\beta$ (1077 cm^{-1}) fue que las interacciones de Van der Waals gobiernan las propiedades mecánicas. Los resultados encontrados pueden ayudar a determinar la funcionalidad y las posibles aplicaciones de este almidón.

Palabras clave: Jícama; Almidón; Calcio; Viscosidad

Introducción.

La jícama (*Pachyrhizus spp.*) es una leguminosa de México cultivada por sus raíces de tubérculo que son ricas en fibra, vitaminas, carbohidratos y minerales. Su consumo se ha extendido a Asia y otras regiones del mundo. El contenido de almidón en la materia seca de esta raíz es del 83%, lo que lo convierte en una fuente atractiva para la extracción de este carbohidrato (Stevenson et al., 2007). El almidón es una micropartícula llamada gránulo con diferentes formas, como esférica, lenticular, poligonal y similar a almidón de Lego (Londoño-Restrepo et al., 2014) formada por dos macromoléculas: amilosa y amilopectina. Las propiedades del almidón están relacionadas principalmente con la disposición interna del gránulo, la relación amilosa/amilopectina y el contenido mineral intrínseco, entre otros. Si el almidón se modifica con iones u otros grupos funcionales, puede presentar variaciones en sus propiedades fisicoquímicas (Cornejo-Villegas et al., 2018; Rincón-Londoño et al., 2014). Contreras-Jiménez et al. (2014) informaron cambios en la modificación del perfil de viscosidad por el efecto del $\text{Ca}(\text{OH})_2$ en granos de maíz sin un tratamiento de calentamiento. Sin embargo, los tratamientos alcalinos con $\text{Ca}(\text{OH})_2$ no se han estudiado en aislado de jícama ni su efecto sobre las propiedades fisicoquímicas, por lo que es necesario más información sobre los efectos del calcio en el almidón.

Objetivo.

Estudiar las propiedades fisicoquímicas del almidón aislado de jícama (*Pachyrhizus spp.*) aislado, así como el efecto de la adición de iones de calcio de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ en el almidón mediante un estudio detallado de los cambios estructurales, reológico-mecánico y propiedades vibracionales IR.

Metodología.

Un lote de jícama (*Pachyrhizus erosus*) fue comprado en un mercado local en la ciudad de Querétaro, México. El almidón fue aislado de la jícama mediante un procedimiento de molienda húmeda (Pineda-Gómez et al., 2012). La jícama fue lavada, pelada, picada y licuada con agua destilada. La mezcla fue drenada con una malla #20, y reposada a 4 °C por 24 h, fue tamizada con malla #100 (150 μm) y centrifugada a 3000 rpm/20 min. La capa grisácea superior fue retirada y la capa del fondo blanco fue secada a 40 ± 5 °C durante 8 h; el almidón aislado de jícama (AJ) fue molido y tamizado a través de una malla #100 (150 μm). Soluciones al 0.15, 0.20 y 0.30% p/p de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ marca Fermont (lote: 152,202) con un 97.6% de pureza que contenía 1% de CaCO_3 ; no más de 0,1% de SO_4 fueron empleadas para estudiar los cambios en las propiedades fisicoquímicas. Los minerales del AJ fueron analizados en un espectrómetro de emisión óptica de plasma acoplado inductivamente (ICP-OES) (modelo Thermo iCAP 6500 Duo View). La caracterización morfológica fue realizada en un modelo SEM JSM-6060LV a alto vacío (JEOL, Tokio-Japón). Las muestras fueron fijadas en un porta muestras de aluminio con cinta de grafito, se recubrieron con oro. Las propiedades funcionales fueron medidas con el índice de absorción de agua (WAI), el índice de solubilidad en agua (WSI) y el poder de hinchamiento (SP), acorde con Anderson et al. (1969). El AJ y el AJ añadido con $\text{Ca}(\text{OH})_2$ fueron caracterizados usando un espectrofotómetro FTIR (Perkin Elmer, Spectrum Two) con ATR (reflectancia total atenuada). La transmitancia se registró en números de onda entre 600 y 4000 cm^{-1} . La viscosidad del almidón fue estudiada en un reómetro Anton Paar modelo MCR 102 (St Albans, Reino Unido) equipado con celda para almidón. Las muestras fueron calentadas de 50-92 °C, isoterma de 92 °C, y enfriamiento a 50 °C; todas las etapas durante 5.3 min, a una

frecuencia de 193 rpm (Cornejo-Villegas et al., 2018; Acosta-Muñoz et al., 2011). Las muestras fueron deshidratadas por 48 h en un liofilizador Freezone 2.5 (Labconco, Kansas City, USA), para ser caracterizadas.

Resultados.

En la **figura 1a**, el AJ a (5000X) muestra una morfología de forma poligonal con algunos gránulos semiesféricos; el tamaño varía de 3 a 10 μm . La morfología del AJ es importante debido a su relación con el contenido de amilosa, la absorción de agua y el índice de solubilidad. La composición mineral de AJ se muestra en la **Figura 1b**; el AJ contiene K, Ca, P, Na, Mg, Si, Fe, Al y Zn, que pueden asociarse con la estructura interna del almidón. Como puede ser visto, el ion primario presente en este almidón es potasio (monovalente).

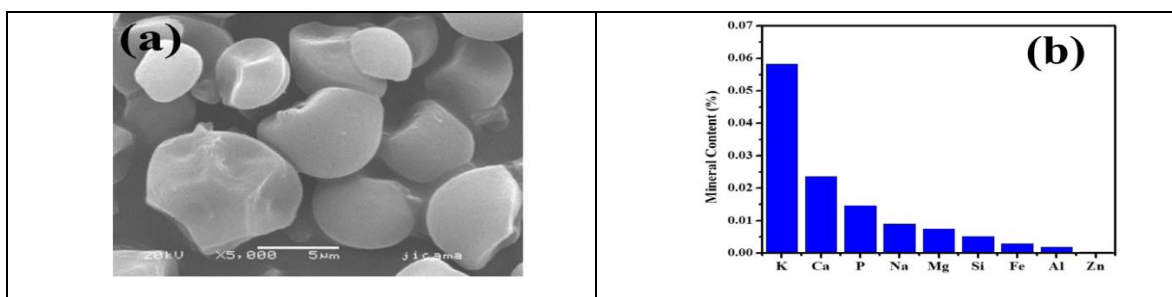


Figura 1 (a). Imágenes MEB del AJ aislado a 5000 X, (b) Composición mineral del AJ aislado.

Las Propiedades funcionales como el WAI, el WSI y el SP miden el volumen ocupado por el almidón después de la hinchazón en exceso de agua. El carácter hidrofílico e hidrofóbico y la porosidad del almidón influyen en la absorción de agua. Esta y el WAI e WSI agregado con iones Ca se muestran en la **figura 2a**. No se encontraron diferencias estadísticas ($P < 0.05$) entre las muestras a 30 °C. La **figura 2b** muestra el WSI; este parámetro se utiliza como un indicador de la degradación de los componentes moleculares del almidón; en este caso, la T (°C) y la concentración de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ produjeron cambios significativos, haciendo las muestras más solubles con una mayor absorción. El Ca solubilizó la superficie del gránulo de almidón y produjo poros que permitieron la entrada de iones de Ca (Cornejo-Villegas et al., 2018), y es posible tener interacciones de Ca-amilosa o Ca-amilopectina, que originaron la disminución en el WSI. La **figura 2c** exhibe el poder de hinchamiento; este parámetro es una

medida de la capacidad de hidratación del almidón. No hubo diferencias estadísticas ($P < 0.05$) entre muestras para 30 °C.

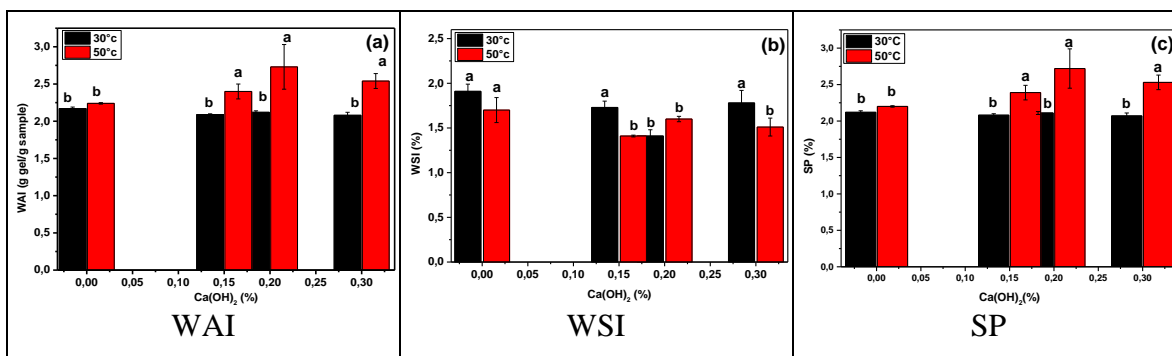
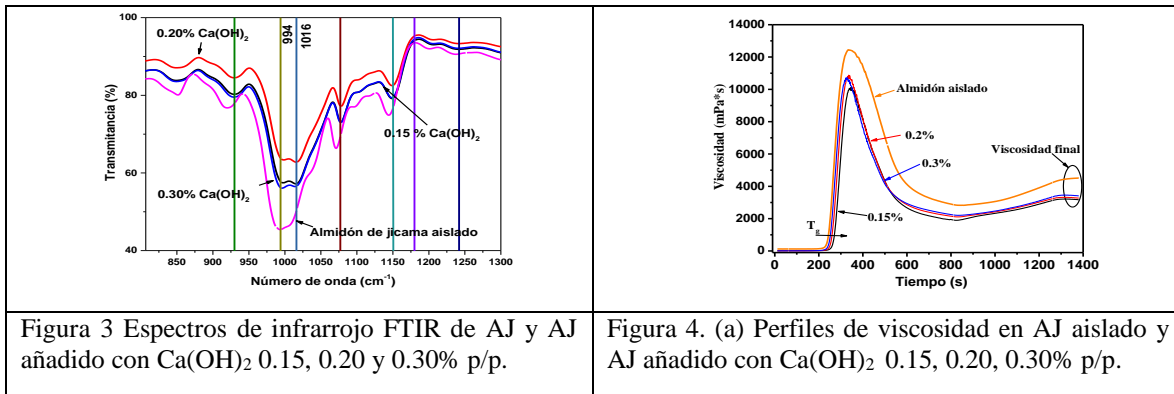


Figura 2 (a), (b) y (c) muestra el WAI, WSI y SP para el AJ aislado y el AJ con Ca²⁺ Para 30 y 50°C.

Los espectros IR para AJ y AJ modificado con Ca(OH)₂ se muestran en la **figura 3**. El análisis se centró en la región de 850 a 1350 cm⁻¹, donde fueron encontrados los mayores cambios. Otras bandas reportadas del almidón se ubicaron a 1010, 1020, 1080 y 1150 cm⁻¹, que están asociadas con las vibraciones de estiramiento C-O y C-C de las moléculas de polisacárido, respectivamente. Contreras-Jiménez et al. (2019) informaron de una señal a 1048 cm⁻¹, está relacionada con los cambios de cristalinidad en el almidón de maíz gelatinizado con Ca(OH)₂. Sin embargo, los mismos autores informaron la señal de alrededor de 1022 cm⁻¹ corresponde a C-O, y esta señal está relacionada con la región amorfa en el almidón. Las bandas a 1016 y 994 cm⁻¹ pertenecen con la flexión de C-OH (que es sensible al entorno químico) y el modo de estiramiento de enlaces C-O-C del enlace glucosídico y β- (1-4) enlaces. La banda encontrada a 1016 cm⁻¹ asociada con el estiramiento C-O y las vibraciones de torsión CH₂ de las unidades -CH₂OH, respectivamente.

La **figura 4** muestra los perfiles de viscosidad de AJ y AJ añadido con 0.15, 0.20, 0.30% (p / v) de Ca(OH)₂. El AJ tiene una viscosidad máxima VM de 12,447 mPa*s, una ruptura de 2,835 mPa*s, una viscosidad final VF de 4,497 mPa*s, y una temperatura de desarrollo de pasta TP 59.66 °C.



También se muestra que el AJ añadido con cationes Ca^{2+} exhibe una reducción en la VM y la VF a diferentes concentraciones de hidróxido de calcio, lo cual contribuye a la formación de hidrogel. La reducción de la VF del AJ con $\text{Ca}(\text{OH})_2$, indica que el agua en el sistema se retiene y la reorganización relacionada con el enfriamiento, forma una red de fluido en estas muestras. La figura 5a (1000X) y 5b (2500X) muestra las imágenes SEM de muestra seca de AJ, están formadas por micro canales con un diámetro de alrededor de $10\ \mu\text{m}$, lo que indica que hubo una gelatinización total de AJ y debido al valor bajo para la VF (ver Fig. 4), esta muestra un hidrogel. El canal permite el flujo de agua en este hidrogel y la formación de la pared puede originarse por el contenido mineral como K, Ca, P y Na. Las figuras 5c a 5h muestran la morfología de AJ gelatinizadas y liofilizadas añadidas con 0.15, 0.20 y 0.30% p / p de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ obtenidas al final del perfil de viscosidad.

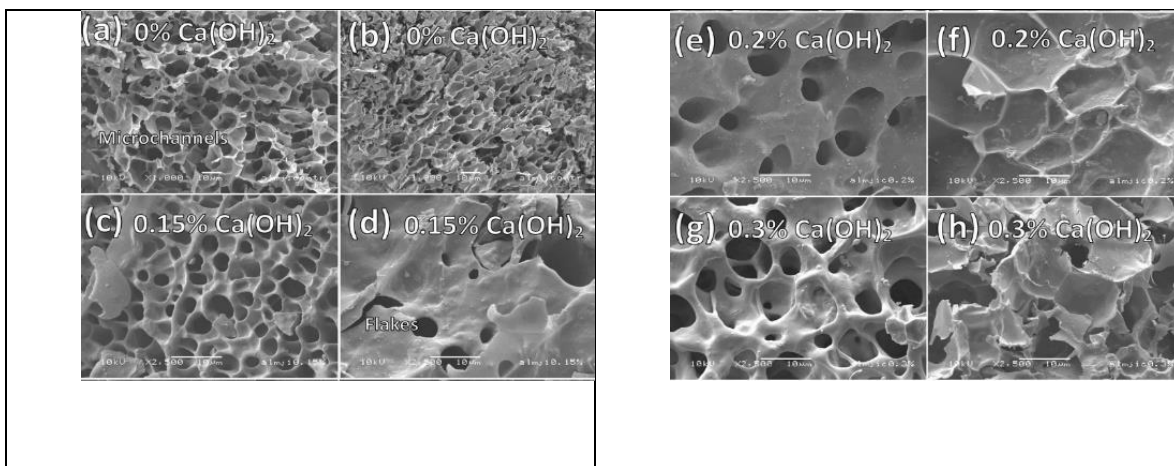


Figura 5. (a) y (b) imágenes SEM de AJ gelatinizado y (c) a (h) AJ con 0.15, 0.20 y 0.30% de $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

Conclusiones.

El AJ aislado tiene un alto contenido de minerales como K, Ca, Na y P que influyen en sus propiedades fisicoquímicas. Este AJ exhibe una Tg baja de 59,66 °C, evidencia comportamiento de hidrogel. VM y VF disminuyeron por la adición de Ca²⁺, dando un comportamiento de hidrogeles. Las micrografías mostraron una red porosa y forma escamas cuando el AJ se gelatiniza, mientras que para el AJ gelatinizado sin Ca²⁺ forma una red porosa que influye en la funcionalidad.

Referencias.

- Acosta-Osorio, A.A., Herrera-Ruiz, G., Pineda-Gómez, P., Cornejo-Villegas, M.A., Martínez-Bustos, F., Gaytán, M. & Rodríguez-García, M.E. (2011). Analysis of the apparent viscosity of starch in aqueous suspension within agitation and temperature by using rapid visco analyzer system. *Mech. Eng. Res.* 1, 110-124.
- Anderson, R. A., Conway, H. F., Pfeifer, V. F. & Griffin, E. L. (1969). Gelatinization of corn grits by roll and extrusion cooking. *Cereal Science Today*, 14, 4-12.
- Cornejo-Villegas, M.A., Acosta-Osorio, A.A., Rojas-Molina, I., Gutiérrez-Cortez, E., Quiroga, M.A., Gaytán, M., Herrera, G. & Rodríguez-García, M.E. (2010). Study of the physicochemical and pasting properties of instant corn flour added with calcium and fibers from nopal powder. *J. Food Eng.* 96, 401-409.
- Cornejo-Villegas, M.A., Gutiérrez-Cortez, E., Rojas-Molina, I., Del Real-López, A., Zambrano-Zaragoza, M.L., Martínez-Vega, V. & Rodríguez-García, M.E., (2013). Physicochemical, morphological, and pasting properties of nixtamalized flours from quality protein maize and its particle distribution. *LWT-Food Sci. Technol.* 53, 81-87.
- Cornejo-Villegas, M. A., Rincón-Londoño, N., Del Real-López, A. & Rodríguez-García, M. E. (2018). The effect of Ca²⁺ ions on the pasting, morphological, structural, vibrational and mechanical properties of corn starch-water system. *Journal of Cereal Science.* 79 174-182



- Contreras-Jiménez, B., Gaytán-Martínez, M., Figueroa, J. D. C., Ávalos-Zúñiga, R. A. & Morales-Sánchez, E. (2014). Effect of steeping time and calcium hydroxide concentration on the water absorption and pasting profile of corn grits. *Journal of Food Engineering*, 122, 72-77.
- Contreras-Jiménez, Brenda; Vázquez-Contreras, Gilberto; Cornejo-Villegas, María de los Ángeles; Del Real-López, Alicia & Rodríguez-García, Mario E. (2019). Structural, morphological, chemical, vibrational, pasting, rheological and thermal characterization of isolated jicama (*Pachyrhizus spp.*) starch and jicama starch added with Ca(OH)₂. *Food Chemistry* 283, 83-91
- Londoño-Restrepo, S.M.; Rincón-Londoño, N.; Contreras-Padilla, M.; Acosta-Osorio, A.A.; Bello-Pérez, L.A.; Lucas-Aguirre, J.C.; Quintero, V.D.; Pineda-Gómez, P.; Del Real-López, A. & Rodríguez-García, M.E. (2014). Physicochemical, morphological and rheological characterization of *Xanthosoma robustum* Lego-like starch. *Int. J. Biol. Macromol.* 65, 222-228.
- Pineda-Gómez, P.; Rosales-Rivera, A. & Rodríguez-García, M. E. (2012). Effect of the thermo-alkaline treatment over the thermal degradation of corn starch. *Starch/Stärke*, 64, 776-785.
- Rincón-Londoño, N.; Millán-Malo, B. & Rodríguez-García, M.E., (2016a). Analysis of thermal pasting profile in corn starch rich in amylose and amylopectin, Part II. *Int. J. Biol. Macromol.* 89, 43-53.
- Stevenson, D. G.; Jane, J. L. & Inglett, G. E. (2007). Characterization of Jicama (Mexican Potato) (*Pachyrhizus erosus* L. Urban) Starch from taproots Grown in USA and Mexico. *Starch/Stärke*, 59(3-4), 132-140.



TI12-PROIN-062-L

APROVECHAMIENTO INTEGRAL DEL FRIJOL DE SOJA PARA LA PRODUCCIÓN Y ANÁLISIS DE TOFU: “CHIPOFU”

¹Granados-Arellano J.I. *, ¹Lona-Ramírez J.A., ¹Caudillo-Ortega N.A.

¹Instituto Tecnológico Superior de Guanajuato. Departamento de Ingeniería en Industrias Alimentarias. Guanajuato, Gto. México. isa_arellano@hotmail.com.

PROCESAMIENTO E INNOVACIÓN, INVESTIGACIÓN LICENCIATURA

Resumen.

Los problemas de salud han incrementado la tendencia a llevar una alimentación sana, aunado con dietas alternas en la última década. Este mercado está conformado por consumidores con un régimen alimenticio especializado, libre de productos de origen animal o intolerantes a productos lácteos. México es uno de los principales países consumidores de soja por ser una excelente fuente de proteína de alta calidad, aminoácidos esenciales, isoflavonas, vitaminas, minerales, etc. Los alimentos elaborados a partir del frijol de soja son no fermentados y generalmente insípidos, como la leche y queso de soja, también llamado Tofu. Considerando el aporte nutrimental de la soja, se planteó desarrollar un producto de alta calidad y valor nutritivo, como es el Tofu, con características organolépticas atractivas al consumidor, entre ellas se destaca sabor a chile chipotle.

Este trabajo se realizó en tres etapas, que incluyen la caracterización por medio de análisis bromatológico, microbiológico y textura del producto.

Etapa I. Análisis bromatológico: Este análisis se llevó a cabo por triplicado en cada una de las muestras y obteniendo así un porcentaje de humedad del 77%, ceniza 13%, grasa cruda 23%, fibra 7%; proteína cruda aún se está determinando.

Etapa II. Análisis microbiológico: Este análisis se realizó por tres métodos: para la cuenta de microorganismos aerobios, hongos y levaduras y coliformes totales. Para cada ensayo se utilizó la técnica de diluciones seriadas y siembra en superficie, obteniendo un parámetro dentro de la NOM-251-SSA1-2009, NOM-184-SSA1-2002, NOM-111-SSA1-1994.

Etapa III. Análisis de textura: El análisis del perfil textura se realizó para evaluar la calidad del producto, ya que nos sirve para monitorear cambios en los atributos que afectan la vida



de anaquel; dicho análisis se realizó mediante el texturómetro, midiendo los siguientes atributos: cohesividad, dureza, elasticidad y masticabilidad.

Palabras clave: Frijol de soja, Tofu, aporte nutrimental.

Introducción.

En la actualidad, los alimentos alternativos son aquellos que más han llamado la atención del consumidor; entre estos alimentos, uno de los más nombrados es la soja. La soja (*Glycine max*) es la única legumbre que contiene los nueve aminoácidos esenciales en la proporción correcta para la salud humana, por lo que ha sido calificado como la proteína de alta calidad (Rosell, 2009). Este es un grano que presenta una amplia diversidad de productos derivados como la leche de soja, salsa de soja y tofu. Este último es uno de los productos elaborados a partir del frijol de soja no fermentado, son regularmente sin sabor o insípidos, a excepción de la leche de soja que se encuentra en diferentes sabores comercialmente; sin embargo, el Tofu no se encuentra en ninguna variedad de sabor (Demam y Buzzell, 1990), por lo cual se decidió agregarle un sabor a chile chipotle. Considerando el aporte nutricional de la soja, se realizó el presente proyecto con el objetivo de desarrollar un producto de alta calidad y valor nutricional como es el Tofu, con características agradables y apetecibles para el consumidor. El producto va dirigido a un público en general, para aquellas personas que buscan alternativas sanas y naturales, se presenta como una opción para las personas vegetarianas o intolerantes a la lactosa. Se realizaron análisis bromatológicos, microbiológicos y de textura, con la finalidad de obtener resultados verídicos conforme a una tabla nutricional.

Justificación.

Los problemas de salud en la actualidad, han hecho que incremente la tendencia a llevar una alimentación sana y las dietas alternas surjan con mayor auge en la última década, modificando las necesidades del consumidor. El enfoque hacia este mercado conforma personas con un régimen alimenticio especializado, libre de productos de origen animal o intolerantes a la lactosa. Fomentando el consumo de productos derivados del extracto de soja para el consumo humano en México, ya que es uno de los principales países consumidores de soja, ya que es una excelente fuente de proteína de alta calidad; en países occidentales se



ha consumido por siglos y actualmente se utiliza para la elaboración de diversos alimentos, ya que aporta aminoácidos esenciales, isoflavonas, vitaminas, minerales y un alto contenido proteico. Los alimentos elaborados a partir del frijol de soja son no fermentados y generalmente insípidos, como la leche y queso de soja, también llamado Tofu. Considerando el aporte nutrimental de la soja, se planteó desarrollar un producto de alta calidad y valor nutritivo, como es el Tofu, con características organolépticas atractivas al consumidor; entre ellas se destaca el sabor a chile chipotle.

Objetivos.

- Elaborar un Tofu con sabor chile chipotle, cumpliendo los estándares de calidad e inocuidad y determinar su valor nutricional.

Metodología.

La metodología diseñada en la presente investigación, se desarrolló en tres etapas, que incluyen la caracterización por medio de análisis bromatológico, microbiológico, textura y sensorial del producto.

1. Análisis bromatológico

Se realizó un análisis bromatológico del producto natural y saborizado con chile chipotle; se realizó el análisis de humedad, ceniza, grasa cruda y fibra; cada una de las determinaciones se realizaron por triplicado.

- Determinación de humedad

$\% \text{Humedad} = \frac{(\text{Masa en gramos de la muestra humedad} - \text{masa en gramos de la muestra seca})}{(\text{Masa en gramos de la muestra})} \times 100$

- Determinación de ceniza

En esta determinación se pesan 2 gramos del resultado de la muestra de determinación de humedad y se calculó lo siguiente: $\% \text{Ceniza} = \frac{(\text{Masa en gramos de la ceniza})}{(\text{Masa en gramos de la muestra})} \times 100$

- Determinación de grasa cruda por el Método Soxhlet

Para la determinación se pesaron 2 gramos de muestra en un papel filtro; se colocaron en un cartucho de celulosa. Posteriormente, se agregó éter etílico al matraz de bola, el cartucho se colocó en el sifón Soxhlet y este se colocó al matraz bola y al refrigerante; después se retiró el cartucho con pinzas y se recuperó el solvente excedente. Finalmente se enfría en el desecador. %Grasa cruda= (Peso de grasa extraída)/(Peso de materia seca) x100

- Determinación de fibra

Para la determinación de fibra se utilizó 1 gramo de muestra, se calculó de la siguiente manera: %Fibra cruda= (pesofinal-peso constante de papel filtro)/(peso de la muestra) x10

2. Análisis microbiológico

Se realizó el análisis microbiológico para el Tofu saborizado con chile chipotle; se utilizaron los siguientes tres métodos:

- Método para la cuenta de microorganismos aerobios

Se contó las colonias de cada placa después de 3, 4 y 5 días de incubación. En la lectura seleccionar aquellas placas donde aparezcan entre 25 a 250 UFC, para disminuir el error en la cuenta. Contar todas las colonias desarrolladas en las placas seleccionadas (excepto las de mohos y levaduras), incluyendo las colonias puntiformes. Hacer uso del microscopio para resolver los casos en los que no se pueden distinguir las colonias de las pequeñas partículas de alimento.

- Método para la cuenta de mohos y levaduras

Se contaron las colonias de cada placa después de 3, 4 y 5 días de incubación. Si es necesario, cuando la morfología colonial no sea suficiente, examinar microscópicamente para distinguir las colonias de levaduras y mohos de las bacterias.

- Método para la cuenta de coliformes totales

Se contaron las colonias de cada placa después de 3, 4 y 5 días de incubación. Seleccionar las placas que contengan entre 15 y 150 colonias. Las colonias típicas son de color rojo oscuro; generalmente se encuentran rodeadas de un halo de precipitación, debido a las sales biliares, las cuales son de color rojo claro o rosa; la morfología colonial es semejante a lentes biconvexos con un diámetro de 0,5 a 2,0 mm.

3. Análisis de textura

Para determinar la textura, se utilizó el texturómetro. Cuando el texturómetro realiza sus ciclos (1 y 2) bajará con una presión (esta dependerá del grosor del producto), automáticamente nos arrojará unas gráficas, las cuales contienen los parámetros texturales del producto. Se calculó de la siguiente manera: Cohesividad= $A1/A2$, Elasticidad= $(Dist\ 2)/(Dist\ 1)$, Masticabilidad= $Dureza \times Cohesividad \times Elasticidad$

Resultados.

Análisis bromatológico

Este análisis se llevó a cabo por triplicado, obteniendo el porcentaje de cada análisis realizado

Tabla 1. Análisis de nutrientes de Tofu con sabor a chile chipotle y natural (Valores expresados en porcentaje por cada g).

Análisis de nutrientes (%)	Tofu con sabor chile chipotle	Tofu natural
Humedad	77	73
Ceniza	13	4
Grasa cruda	23	21
Fibra	7	2

Análisis microbiológico

Tabla 2. Resultados de análisis microbiológicos de Tofu con sabor a chile chipotle.

Muestra	Mesófilos aerobios UFC	Referencia	Coliformes totales	Referencia	Hongos y levaduras	Referencias
Tiempo (0) Tofu con sabor a chile chipotle	Ausente Ausente	NOM-251-SSA1-2009 20-200 UFC	Ausente Ausente	NOM-184-SSA1-2002 <10 UFC/ml	Ausente Ausente	NOM-111-SSA1-1994
Tiempo (1) Tofu con sabor a chile chipotle	Ausente Ausente		Ausente Ausente		Ausente Ausente	

Tabla 3. Resultados de análisis de textura de Tofu con sabor a chile chipotle.

	DÍA 1		DÍA 2		DÍA 3	
	DESVIACIÓN ESTANDAR	PROMEDIO	DESVIACIÓN ESTANDAR	PROMEDIO	DESVIACIÓN ESTANDAR	PROMEDIO
Dureza	16.8539	156.2046	11.5707	193.0916	17.7600	275.6866
Cohesividad	3.9984	2.9130	0.2081	2.8757	0.1796	2.3145
Elasticidad	0.0001	0.9998	3.849E-05	0.9998	7.698E-05	0.9998
Masticabilidad	563.3363	839.8872	22.3572	553.8613	59.2315	684.3070

Conclusiones

El presente proyecto surgió generar una alternativa de consumo para personas que optan por una dieta de ausencia de lácteos, que a su vez buscan productos que aporten los mismos nutrientes. Se llevó a cabo en tres etapas, que incluyen el análisis bromatológico, microbiológico y de textura, con el fin de obtener nuestro producto final. El análisis bromatológico muestra resultados verídicos y un alimento con un alto valor nutricional. El análisis microbiológico muestra que el producto alimenticio es libre de microorganismos patógenos; por lo tanto, es un alimento inocuo para el consumidor. Por último, en el análisis de textura, obtenemos como resultado un alimento de calidad, según los atributos evaluados.

Referencias.

- Briseño Ana Graciela (2006). Tecnología de Alimentos y Bioprocesos. Aproximación a una nueva alimentación. Instituto de Nutrición y Trastornos Alimenticios.
- Barrera Mateos Juan Manuel (2015). Alimentos Funcionales: Aproximación a una nueva alimentación. Instituto de Nutrición y Trastornos Alimenticios.
- Brito Fausto (1992). La soja, fuente de proteínas y su utilización. Estación experimental Tropical.
- Borrego Olivia Silvia, Montoro Botella Alfredo, Ocete Mochón Dolores y Cerda Mico Concha (2015). Caracterización reológica de tofu. Revista de Ingeniería de Alimentos.



- Cantuária C. “Perfil Sensorial de paes de forma enriquecidos con okara”. Revista Brasileira de Products Agroindustriais, Campina Grande, 2008.
- Cerdán Daniel (2006). Procesos industriales de la soja. Departamento de Estadísticas Agropecuarias.
- Cañigral Mateos y Rosell Aguado Pablo (2005). Procesos industriales para la elaboración de leche de soja y tofu. Asamex.
- Demam, J y Buzzell, M. (1990). Yield and quality of tofu as affected by soybean and soymilk characteristics. Calcium sulfate coagulant. Journal of Food Science.
- Escudero Jimenez Carina Alexandra (2010). “Estudio de factibilidad para la creación de una empresa dedicada a la producción y comercialización de tofu”. Facultad de Ciencias.
- Eva Aguirre Hernández y Verónica Muñoz Ocotero (2015). El chile como alimento. Ciencia.
- Méndez Sánchez Liliana (2013). Propiedades fisicoquímicas y antioxidantes del chile chipotle fresco y seco. Universidad veracruzana instituto de ciencias básicas.
- Muñoz Ocotero Verónica (2015). El chile como alimento. Ciencia.
- Moreiras Andrés (2003). Tablas de Composición de Alimentos (soja seca). Consenso de la Sociedad Española de Nutrición Comunitaria.
- Vásquez José (2009). Características de las bebidas con proteína de soya. División de Nutrición en Salud Pública.
- Villegas A. (1995). Vegetables, fruits and legumes. Nutrición para educadores.
- Villar Ángel (2007). Soja, aplicaciones múltiples. Departamento de Farmacología. Facultad de Farmacia.
- Ridner E. (2006). Soja. Propiedades nutricionales y su impacto en la salud. Sociedad Argentina de Nutrición. Buenos Aires Argentina.
- Rosell Pablo (2009). Industrialización de la soja. EUROCIENCIA.



TL12-PROIN-064-L

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DEL CONTENIDO DE SACAROSA Y AZÚCARES REDUCTORES DEL CAFÉ ARÁBICA (*Coffea arabica*) DURANTE EL PROCESO DE TOSTADO ARTESANAL

¹Salazar Hernández María Fernanda, ¹Caudillo Ortega Norma Angélica*, ¹Mares Mares Everardo, ¹Rocha Mendoza María Azucena, ¹Lona Luna Sandra Paola, ¹Blancas Hernández Luis Enrique, ¹Rivera Domínguez Claudia y ¹Solís Guerra Luis Fernando.

¹Instituto Tecnológico Superior de Guanajuato. Guanajuato, México.

Carretera Guanajuato a Puentecillas Km 10.5, Puentecillas, 36262 Guanajuato, Gto.

ncaudillo@itesg.edu.mx

PROCESAMIENTO E INNOVACIÓN, INVESTIGACIÓN LICENCIATURA

Resumen.

Actualmente, la población se interesa por conocer las características del producto alimenticio que consume. Una bebida mundialmente consumida proviene de los granos de café (*Coffea arabica*), conocida como café. El café contiene diferentes macromoléculas, entre ellas carbohidratos como glucosa, fructosa, sacarosa, etc. Durante el tostado del café, la degradación de la sacarosa es importante para la formación del sabor a través de reacciones de Maillard, pero en condiciones elevadas de humedad y temperatura se hidroliza aumentando los niveles de glucosa, que se asocia con sabores desagradables en el café. El objetivo es cuantificar el contenido de azúcares reductores y sacarosa en el café con diferentes grados de tueste.

Se realizó la cuantificación del contenido de sacarosa y Azúcares Reductores Totales (ART) con un método espectrofotométrico con una curva de calibración ($R^2=0.978$ y 0.991 , respectivamente). El análisis se realizó con extractos de café molido a partir del tostado artesanal del café var. arabica. Se obtuvieron 3 grados de tueste, además del café verde.



Los ART en café verde (0.2785), tueste claro (0.4007), tueste medio (1.146) y tueste oscuro (0.483) g/L. El café con tueste medio presentó mayor contenido en ART, relacionado con las reacciones bioquímicas durante el tostado, pues los carbohidratos complejos se modifican en simples, los cuales junto con proteínas y grasa llevan a cabo la reacción de Maillard que influye en el cambio de color, olor y sabor del café. En el contenido de sacarosa fue: café verde (10.104), tueste claro (12.932), tueste medio (6.4629), tueste oscuro (4.0308) mg/L. En el tueste claro, aumentó el contenido de sacarosa en comparación con el café verde; sin embargo, el tueste medio disminuyó su contenido considerablemente. El café con tueste medio es el más consumido en el país; su contenido de ART brinda un sabor dulce, mientras que el contenido de glucosa se relaciona con sabor amargo aceptable.

Palabras clave: Azúcares reductores totales, *Coffea arabica* y sacarosa.

Introducción.

El café (*Coffea*) es un cultivo estratégico en México; su producción emplea a más de 500,000 productores de 14 entidades federativas y 480 municipios (SAGARPA, 2017). A partir de la vaina del cafeto, se obtiene una tradicional bebida conocida comúnmente como café (Díaz, 2007).

Los carbohidratos son uno de los principales constituyentes del café y pueden representar más del 50% del peso seco en café verde. Estos componentes son precursores para la reacción de Maillard (en el caso de la sacarosa, después de la inversión) y caramelización, que son importantes para el desarrollo del color y aroma del café tostado (Farah, 2012; Ginz et al., 2000). También aportan características a la bebida como acidez, estabilización de la espuma e incremento de viscosidad (Arya y Rao, 2007). La fracción de carbohidratos presente en los granos de café puede dividirse en pectina, lignina, polisacáridos solubles e insolubles, azúcares reductores y sacarosa.

Los polisacáridos representan la fracción más abundante de estos compuestos con aproximadamente 44% de materia seca en granos de café verde variedad arábica (*C. arabica*) y 47% en variedad canephora (*C. canephora*). Los más relevantes por su participación

durante el proceso de tostado y su aporte a características sensoriales de la bebida, son los polisacáridos, arabinogalactano-proteínas y galactomananos, que son retenidos en la pared celular del grano de café verde como parte del complejo polisacárido insoluble; sin embargo, como consecuencia del tostado, los carbohidratos de bajo peso molecular (Mono y oligosacáridos) son degradados, lo que puede llevar a una disminución del polisacárido del 60 y 36%, respectivamente, incrementando su solubilidad (Redgwell et al., 2002; Arya y Rao, 2007). La determinación del contenido de sacarosa y ART, están relacionados con la calidad del café molido por su desempeño en la formación de color, olor y sabor; por lo tanto, es importante para obtener indicadores de los compuestos generados durante su procesamiento.

Objetivo general.

Determinar el contenido de sacarosa y azúcares reductores del café arábica (*Coffea arabica*) durante el proceso del tostado artesanal.

Objetivos específicos.

- Controlar el proceso del tostado artesanal del café variedad arábica.
- Determinar el contenido de azúcares reductores totales (ART) en el café con diferentes grados de tueste.
- Cuantificar el contenido de sacarosa del café con diferentes grados de tueste.

Metodología.

- 1.- Recolección de la muestra: Se recolectó la muestra de café variedad arábica.
- 2.- Tostado del café: Se llevó a cabo la etapa de tostado artesanal del café y se recolectaron las muestras de café con diferente grado de tueste.

3.- Determinación de Azúcares Reductores Totales (ART): Este procedimiento se realizó método del ácido 3,5- Dinitrosalicílico, de acuerdo al protocolo descrito por Bello y col. (2006), tres repeticiones por triplicado.

4.- Determinación del contenido de sacarosa: Se realizó el protocolo de fenol – ácido sulfúrico, descrito por López y col. (2017), tres repeticiones por triplicado.

5.- Análisis de resultados: Se realizó una interpretación de los datos de todas las pruebas realizadas por triplicado.

Resultados y análisis.

En la etapa del tostado artesanal se obtuvieron 3 diferentes grados de tueste en el grano de café variedad arábica; tueste medio, claro y oscuro, como se muestra en la Figura 1. Posteriormente, se realizó una molienda para seguir con los análisis.

Para cuantificar el contenido de sacarosa y azúcares reductores totales (ART), se realizaron varias extracciones acuosas de los granos de café molidos con diferente grado de tueste. Se utilizó un método espectrofotométrico diferente para cada determinación, se obtuvo la ecuación y una curva de calibración con un coeficiente de correlación $R^2=0.978$ y 0.991 , respectivamente. Además, se obtuvieron las ecuaciones correspondientes.



Figura 1. Carta de color del café tostado obtenido. a) café verde, b) café con tueste claro, c) café con tueste medio y d) café con tueste oscuro.

Posteriormente, se determinó el contenido de sacarosa y ART en extractos del café molido verde y con diferentes grados de tueste. El café verde presentó un contenido menor en ART de 0.2785 g/L; en el primer grado de tueste (café con tueste claro), el contenido aumentó y el café con tueste medio presentó el mayor contenido de ART; esto se atribuye a que el café medio es el que presenta mejores características organolépticas en color, sabor y olor. Por lo tanto, el café oscuro obtuvo los valores más bajos en el contenido de glucosa y ART, generando una pérdida de olor y un sabor más amargo.

Tabla 1. Contenido de sacarosa y azúcares reductores totales (ART) en extractos acuosos de café molido variedad arábica con diferentes grados de tueste.

Café (tueste)	Contenido de sacarosa (mg/L)	ART (g/L)
Verde	10.104	0.2785
Claro	12.932	0.4007
Medio	6.4629	1.1460
Oscuro	4.0308	0.4830

La mayor parte de la materia seca son carbohidratos, algunos de ellos de bajo peso molecular, como la sacarosa. El café verde presentó un contenido de 10.104 mg/L de sacarosa; sin embargo, durante la etapa del tostado, el grano del café sufre modificaciones químicas que traen consigo la formación de múltiples compuestos. En el tueste claro aumentó a 12.932 mg/L; esto se atribuye a la reacción de Maillard durante esta etapa; sin embargo, en el tueste medio y oscuro se observó una disminución considerable, pues la sacarosa en altas temperaturas, tiende a hidrolizarse a glucosa y fructosa. Además, el tueste medio fue el que presentaba mejores características de olor, color y sabor, destacando más el olor. El café oscuro perdió el olor característico del café, es más brillante y tiene un sabor más amargo.



Conclusiones.

La etapa de tostado de café artesanal fue controlada, aun cuando se utilizó el método de tostado en cazuela.

El café con tueste medio presentó el mayor contenido de azúcares reductores totales (ART) (1.1460 mg/L) en los extractos acuosos de las cuatro muestras de café.

El mayor contenido de sacarosa lo presentó el café con tueste claro, aunque mejores características en color, sabor y olor.

Finalmente, se obtuvo la carta de color de los granos de café con diferente grado de tueste.

Referencias.

Arya M. and Rao L. J. M. 2007. An impression of Coffee Carbohydrates. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 47: 51-67.

Donaldo Juárez Cerecedo/Cuantificación y contenido de cafeína en diez marcas de café comercializadoras en Saltillo/Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro/2009/Saltillo, Coahuila. México.

Farah A. 2012. Coffee constituents. In: *Coffee: Emerging Health Effects and Disease Prevention*, First Edition. Edited by Yi-Fang Chu. John Wiley & Sons, Inc. pp. 27-43.

Manual básico de buenas prácticas para el tostado del café. Recuperado de https://www.swisscontact.org/fileadmin/user_upload/COUNTRIES/Ecuador/Documents/Content/ManualTuesteCafe.pdf 5 de julio de 2018

NMX-F-013-2000. Café puro tostado, en grano o molido, sin descafeinar o descafeinado. Especificaciones y métodos de prueba.

Díaz Carrera Yesenia del Rosario. (2007). Cuantificación de cafeína en café nacional tostado y molido comercializado en la Ciudad de Guatemala. 06 de marzo 2018, de Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala. Sitio



web:

<http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/416/60975s.pdf?sequence=1>

Ginz M., Balzer H. H., Bradbury A. G. W., Maier H. G. 2000. Formation of aliphatic acids by carbohydrate degradation during roasting of coffee. *European Food Research and Technology* 211: 404-410.

Redgwell R. J., Trovato V., Curti D. and Fischer M. 2002. Effect of roasting on degradation and structural features of polysaccharides in Arabica coffee beans. *Carbohydrate Research* 337: 421-431.

TI12-PROIN-068-L

DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS PARA LA OBTENCIÓN DE BIOMASA DE KÉFIR DE AGUA A PARTIR DE DIFERENTES SUSTRATOS

¹Ortega-Hernández, Martha I.; ¹Chuzeville-Munguía, Carolee; ¹Márquez-Morales, Cruz E.;
¹Moreno-León, Germán R.; ²Camacho-Díaz, Brenda H., ³Ávila-Reyes, Sandra V.;
¹Villalobos-Espinosa, Julieta del C.*

¹Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán. Ingeniería en Industrias Alimentarias.
Fracción I y II S/N, Aire Libre C.P 73960, Teziutlán, Puebla, México. ²Centro de
Desarrollo de Productos Bióticos del Instituto Politécnico Nacional (CEPROBI-IPN),
Carretera Yautepec-Jojutla, km 6, calle CEPROBI no.8, Colonia San Isidro, C.P.62731,
Yautepec, Morelos, México. ³CONACyT – Centro de Desarrollo de Productos Bióticos del
Instituto Politécnico Nacional (CEPROBI-IPN), Carretera Yautepec-Jojutla, km 6, calle
CEPROBI no.8, Colonia San Isidro, C.P.62731, Yautepec, Morelos, México

julietadelvarmen.villalobos@live.itsteziutlan.edu.mx

PROCESAMIENTO E INNOVACIÓN, INVESTIGACIÓN LICENCIATURA

Resumen.

La microbiota del kéfir depende de varios factores: el origen, región geográfica, cultivo, temperatura, sustrato, entre otros. Ésta presenta una cinética de crecimiento atípica dependiendo del sustrato, por lo que se considera una limitante para su industrialización. En el presente trabajo, se utilizó la microbiota de los conglomerados de gránulos de kéfir obtenidos en la región de Teziutlán, Puebla. Se emplearon dos sustratos (sacarosa y piloncillo), los cuales se ajustaron a una concentración de 5 °Brix y dos temperaturas de incubación (29 y 31°C). Para el proceso de fermentación, se utilizaron dos concentraciones de inóculo (Kéfir) y el tiempo de incubación se ajustó a un periodo de 0 a 96 h (4 días). La velocidad de crecimiento de la biomasa (g/hora) se determinó a partir del peso húmedo drenado (g/100 mL). Las variables que se modificaron para la obtención de biomasa de kéfir



fueron el tiempo de fermentación (0 a 96 horas), el porcentaje de biomasa (5 y 9%). La mayor producción de biomasa se logró a partir del uso de piloncillo con un inóculo de kéfir del 9 % en un periodo de 96 h a una temperatura de 29 °C, obteniendo un rendimiento de 202 g/L de gránulos de kéfir, con una velocidad de 0.47 g/h. Se concluye que el presente trabajo permitió evaluar la importancia del efecto de las variables como sustrato, establecer la concentración inicial de gránulos de kéfir y determinar el tiempo de fermentación para el aumento de biomasa, lo que puede contribuir al desarrollo de nuevos productos a partir del control de crecimiento de los gránulos de kéfir.

Palabras clave: kéfir, sacarosa, piloncillo, biomasa, fermentación.

Introducción.

El kéfir es conocido como zoogreas, búlgaros o tibicos; su simbiosis le confiere características particulares, las cuales lo hacen un alimento funcional. Es un conglomerado microbiano constituido por bacterias, levaduras, lípidos y proteínas, el cual genera un subproducto denominado kefirán o exopolisacárido. El exopolisacárido es el principal material que se obtiene a partir de los gránulos, teniendo este un enorme potencial como aditivo en la industria alimentaria, ya sea para la elaboración de empaques, agente emulsificante, entre otros (Rimada y Abraham, 2006; Kwon et al., 2006; Piermaria et al., 2009); sin embargo, una limitante de la producción tradicional de kéfir a escala industrial es el lento aumento de la biomasa de kéfir (Guzel-Seydim et al., 2010). Sin embargo, a pesar de la amplia información que existe acerca de los gránulos de kéfir para la producción de exopolisacáridos, ya sea a partir de cultivos puros o mixtos, son pocos los trabajos que han reportado la importancia acerca del incremento de la biomasa (Schoevers y Britz, 2003), lo que repercute en el hecho de tener poco conocimiento acerca de los diversos efectos del sustrato, temperatura, concentración de grados °Brix y tiempo en el aumento de biomasa de los gránulos de kéfir de agua. Es por ello que el presente trabajo se enfoca en el estudio del incremento de la biomasa, teniendo en cuenta las condiciones de sustrato, tiempo de fermentación, temperatura y concentración de los gránulos, en la obtención de biomasa.



Objetivo general.

Evaluar el efecto de la temperatura, sustrato, contenido de biomasa inicial y el tiempo de fermentación en la obtención de biomasa de kéfir.

Objetivos específicos.

1. Establecer la concentración inicial en el aumento de la biomasa de gránulos de kéfir.
2. Determinar el efecto del sustrato, temperatura y tiempo de fermentación en el incremento de la biomasa de kéfir.

Metodología.

Los gránulos de kéfir se obtuvieron en el municipio de Teziutlán, Puebla. El piloncillo del mercado local de Teziutlán y la sacarosa de grado reactivo (Reactivos Meyer, CDMX). Producción de biomasa. Los gránulos de kéfir fueron hidratados en un matraz al que se le adicionó como sustrato el piloncillo y sacarosa. Cada sustrato se llevó a un contenido de sólidos solubles de 5 °Brix. La fermentación se realizó a 24, 48,72 y 96 horas para cada uno de los sustratos utilizados, respectivamente. Determinación de sólidos solubles (°Brix). Se utilizó un refractómetro ATAGO modelo 57687 de acuerdo a la NMX-F-436-SCFI-2011. Determinación del incremento de biomasa en gránulos de kéfir. El aumento de la biomasa de kéfir se determinó gravimétricamente. Los gránulos de kéfir, se separaron de manera aséptica y se lavaron con agua destilada, se colocaron en unos recipientes de vidrio. A los gránulos de kéfir se les retiró el exceso de agua y posteriormente, el incremento de la biomasa se pesó utilizando una balanza analítica. Análisis estadístico. Todos los ensayos se realizaron por triplicado y se expresaron como la media \pm error estándar. Se llevó a cabo un ANOVA utilizando el software Kaleida Graph, el nivel de significancia para cada prueba fue de $\alpha = 0.05$.

Resultados y discusión.

Como se observa en la Figura 1, la producción de biomasa obtenida a las 96 horas fue de 99.33 g /L, lo que representó un aumento del 98.66 % para la muestra que se colocó al 5% de biomasa inicial y con sustrato de piloncillo a una temperatura de 29°C. López-Rojo et al. (2017) reportaron la obtención de un incremento del 74.6% con respecto del valor inicial a las 53 h, para gránulos de kéfir de agua y adicionados con piloncillo al 5% (p/v) y piña. Incremento que relacionan al tiempo de fermentación, donde los gránulos de kéfir forman dextranas con los azúcares presentes en el medio (azúcares de la piña y piloncillo), por lo que en este caso facilitan la producción de biomasa. El menor incremento lo presentó la biomasa que fue incubada a 31 °C con sacarosa, el cual presentó un aumento del 57%. En la Figura 2 se muestra que al incrementar el contenido de biomasa inicial un 4% más (total 9%), se incrementó en las condiciones de 96 h y 29°C a un 124.77% la biomasa total de kéfir, lo cual presentó una diferencia significativa, mientras que en las otras condiciones de fermentación no se presentaron diferencias significativas entre ellas ($p < 0.05$). Se observó que el sustrato tiene efecto sobre el incremento de la biomasa. El rendimiento a partir del piloncillo en comparación con sacarosa se debe a la naturaleza de la fuente de carbono, la cual contiene diferentes tipos de monosacáridos.

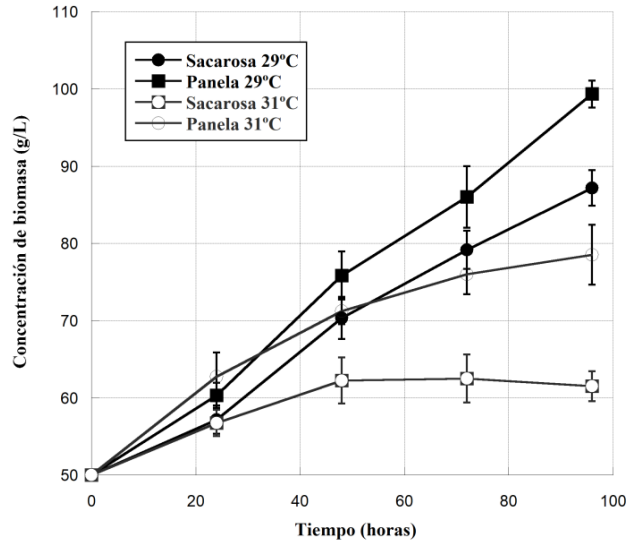


Figura 1. Incremento de la concentración de biomasa (g/L) de kéfir a una temperatura de incubación de 29 y 31 °C, a una concentración de sólidos solubles de 5 °Brix para dos diferentes sustratos (Sacarosa y Piloncillo) y con una concentración de biomasa inicial del 5%.

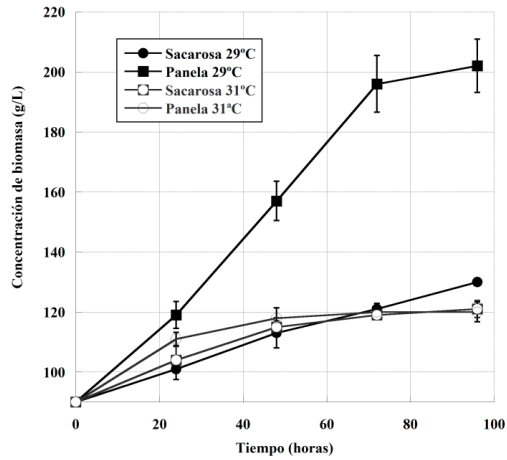


Figura 2. Incremento de la concentración de biomasa (g/L) de kéfir a una temperatura de incubación de 29 y 31 °C, a una concentración de sólidos solubles de 9°Brix para dos diferentes sustratos (Sacarosa y Piloncillo) y con una concentración de biomasa inicial del 9%.



Conclusiones.

Los resultados de esta investigación evidenciaron que las condiciones de fermentación como sustrato, tiempo y temperatura, afectan de manera directa el aumento de la biomasa del kéfir, así como la concentración inicial del inóculo. Es importante mencionar que el uso de piloncillo puede ayudar a obtener un buen rendimiento de biomasa de kéfir de agua en poco tiempo. Lo que proporcionaría una opción económica que se puede aplicar a la industria alimentaria.

Agradecimientos.

Los autores agradecen al TecNM, por el apoyo otorgado a partir de la convocatoria 2019: Apoyo a la Investigación Científica y Tecnológica en los Programas Educativos de los Institutos Tecnológicos Federales, Descentralizados y Centros.



Referencias.

- Rimada, P. S., and Abraham, A. G. (2006). Kefiran improves rheological properties of glucono- δ -lactone induced skim milk gels. *International Dairy Journal*, 16(1), 33-39.
- Piermaria, J. A., Pinotti, A., Garcia, M. A., and Abraham, A. G. (2009). Films based on kefiran, an exopolysaccharide obtained from kefir grain: Development and characterization. *Food hydrocolloids*, 23(3), 684-690.
- Kwon, Y. I., Apostolidis, E., and Shetty, K. (2006). Anti-diabetes functionality of kefir culture-mediated fermented soymilk supplemented with *Rhodiola* extracts. *Food Biotechnology*, 20(1), 13-29.
- Schoevers, A., and Britz, T. J. (2003). Influence of different culturing conditions on kefir grain increase. *International Journal of Dairy Technology*, 56 (3), 183-187.
- NMX-F-436-SCFI-2011 Industria azucarera y alcoholera - determinación de grados °Brix en jugos de especies vegetales productoras de azúcar y materiales azucarados - método del refractómetro.
- López-Rojo, J. P., García-Pinilla, S., Hernández-Sánchez, H., and Cornejo-Mazón, M. (2017). Study of the fermentation of pineapple water kefir with tibicos. *Revista Mexicana de Ingeniera Química*, 405-414.
- Guzel-Seydim, Z., Kok-Tas, T., Ertekin-Filiz, B., and Seydim, A. C. (2011). Effect of different growth conditions on biomass increase in kefir grains. *Journal of Dairy Science*, 94(3), 1239-1242.



TI12-PROIN-069-PM

VALORES NUTRICIONALES Y TEXTURA DE TOTOPOS HORNEADOS ADICIONADOS CON GRANO GASTADO DE MALTA CERVECERA PROCESADO POR TRES TRATAMIENTOS

¹Martínez-Valeriano Ana Gabriela*, ²Pérez-Cabrera Laura Eugenia, ³Amador-Rodríguez Karla Yuritzi, ⁴Tecante Alberto.

¹Posgrado en Ciencias Agronómicas, UAA; ²Departamento de Ciencias de los de Alimentos, UAA; ³Departamento de Ingeniería, Instituto Tecnológico El Llano Aguascalientes; ⁴Facultad de Química, UNAM. Contacto: agabymv@gmail.com

PROCESAMIENTO E INNOVACIÓN, INVESTIGACIÓN POSGRADO MAESTRÍA

Resumen.

Estudios recientes mencionan que el grano gastado de malta cervecera (GGC), ha demostrado aportar numerosos beneficios para la salud. Las botanas son productos de alto consumo, que a menudo se vinculan a problemas de salud en México, por lo que enriquecerlas con materiales funcionales como el GGC, supone una alternativa viable y ecológica para mejorar sus características nutricionales. Se formularon totopos de harina de maíz y GGC tratado por secado, liofilización y húmedo congelado, procesado como polvo o puré, a fin de valorar su efecto sobre la calidad nutrimental de totopos formulados con 18% de m.s. del subproducto; la adición de GGC aumentó considerablemente los contenidos de fibra y proteína en los productos modificados (TGH, TGS y TGL) respecto al control (TC), logrando así el objetivo propuesto; además, se encontraron valores homogéneos en carbohidratos, lípidos y textura, así como ligeras variaciones en humedad, cenizas y aporte energético; sin embargo, los totopos con GGC liofilizado (TGL) y húmedo (TGH) mostraron mayor contenido proteico (9.5%) respecto a los de GGC seco (TGS: 9.0%), lo cual puede relacionarse con degradaciones térmicas previas al horneado. En cuanto al contenido de fibra, se encontraron diferencias entre los tres prototipos, siendo los totopos con grano seco (TGS) y liofilizado (TGL), los que mostraron mayores proporciones (14.8 y 11.8%) respecto a los de GGC



húmedo (TGH: 9.6%) y control (TC: 2.0%), con lo cual es posible catalogar los productos como buena fuente de fibra, confirmando el potencial del subproducto para mejorar los valores nutricionales de botanas de maíz, ya sea como material deshidratado o húmedo.

Palabras clave. Totopos de maíz, Grano gastado de cervecera, valor nutricional, aprovechamiento de subproductos.

Introducción.

El grano gastado de malta cervecera (GGC) es el residuo de los granos insolubles, que se obtiene después de la producción de mosto (1). Por cada hectolitro de cerveza, se producen 15–20 kg de GGC húmedo (2), aprovechando sólo el 8% de los componentes del grano, con lo que el 92% se obtiene como subproducto (3) que, de depositarse en el vertedero, origina problemas sanitarios y ambientales.

El GGC es un material lignocelulósico sustentable utilizado tradicionalmente en la alimentación animal, por contener 70% de fibra (hemicelulosa y celulosa) y 20% de proteínas, también usado como materia prima para la producción de otros bioproductos de valor agregado, como ácidos fenólicos (ácido hidroxicinámico, ferúlico, p-cumárico, sinápico, cafeico y siríngico), etanol y biogas (4). Recientemente, se ha comenzado a reconocer el GGC como ingrediente potencial para enriquecer productos de panadería (4), y embutidos (5), debido al enfoque de beneficios provistos por la fibra dietética antioxidante en la salud humana y destacando su aporte de arabinoxilanos, β -glucanos, ácidos fenólicos y aminoácidos como la lisina a la dieta humana (1,6).

Los snacks o botanas se encuentran entre los alimentos procesados listos para comer de más éxito comercial, por su bajo costo en comparación con otros alimentos, su variedad de presentaciones, sabores y larga vida útil (7). En este contexto, el objetivo general de este trabajo fue desarrollar snacks tipo totopo enriquecidos con 18% (m.s.) de GGC adicionado como polvo seco, polvo liofilizado y pasta húmeda, a fin de mejorar sus características nutricionales (aumentar el contenido de fibra y proteínas).

Objetivos específicos.

Evaluar la variabilidad de los valores nutricionales y textura (como fracturabilidad) de totopos adicionados con GGC seco, liofilizado, húmedo y un control sin GGC.

Metodología.

Se utilizaron polvos secos, liofilizados y puré húmedo congelado de GGC de la micro-cervecería artesanal local Santa Sofía obtenidos y caracterizados previamente en los laboratorios de Ciencias de los Alimentos -UAA, sustituyendo el 18%, 18% y 47% (m/m), respectivamente, en harina de maíz nixtamalizada (Agroinsa®) con 5% de sal, a la cual se añadió agua purificada en proporción 1:1.4 (TGS y TGL) o 1:0.8 (TGH) y mezcló hasta obtener las masas. Posteriormente, se formaron piezas en una laminadora de tortillas a escala laboratorio con moldes triangulares (marca Verduzco) a 1,2 mm de grosor, se hornearon a 210 °C (horno marca Zucchelli-Alpha) por 8 minutos, hasta obtener el dorado y textura característicos, y se empacaron fríos en bolsas de polipropileno transparente.

Los análisis proximales se realizaron por triplicado, siguiendo métodos oficiales para humedad, contenido de Nitrógeno para proteína, fibra dietaria, grasa y cenizas de la AOAC (10). Los carbohidratos se calcularon por diferencia y el aporte energético utilizando los factores de 4 cal/g para proteínas o carbohidratos, y 9 cal/g para lípidos. La textura se determinó como fuerza de fractura (N) mediante el método “Crisp fracture” en equipo Stable Micro Systems TA / XT plus, con sonda de bola P/2 y base de fractura crujiente, en lotes de quince piezas.

Todos los resultados expresados como media \pm D.E. se sometieron a análisis de varianza (ANOVA) y prueba de Tukey, utilizando el paquete estadístico InfoStat para Windows.

Resultados y análisis.

Los resultados obtenidos de la composición de totopos control (TC) y los totopos con adicción de GGC (TGS, TGL y TGH) se muestran en la Tabla 1. Al comparar la composición,

es posible observar que no existe diferencia en humedad, carbohidratos, grasa y textura respecto al control, mientras que la proteína, fibra y cenizas sí se vieron modificadas por la adición del subproducto. Todas las formulaciones descritas aportan de 2.4 a 1.1 g de grasas por porción de 30 g, cantidad menor a 3 g por porción, por lo que resulta posible declararles como de “bajo contenido en grasas” (9,10). La modificación más importante de los totopos con GGC está en el contenido de fibra dietaria y sus variaciones se deben a modificaciones por procesamiento (11), el incremento del 7% (TGH), 10% (TGL) y 12% (TGS) hace posible catalogarles como productos adicionados con fibra (10), pues tal contenido resulta mayor de 2,5 g por porción en relación al alimento original (TC), que solo aporta 0.6 g. Además, se les puede considerar “buena fuente de fibra” bajo lineamientos de la FDA (12), pues aportan de un 10-19% del IDR de fibra equivalente a 25g. y alimento “rico en fibra” bajo normatividad europea (12), por contener más de 6 g de fibra por 100 g y al menos 3 g de fibra por 100 calorías. En cuanto al contenido proteico, se observan diferencias entre el totopo control (TC: 7.6%), totopo con grano seco (TGS: 9.0%), así como los totopos con grano húmedo y liofilizado (TGH y TGL: 9.5%) iguales entre sí; sin embargo, al ajustar dichos valores a la IDR de 75g para proteína 10 y una porción de 30 g, se obtiene un incremento de solo 0.6 a 0.8% del IDR, es decir, una porción de totopos sin grano (TC) aporta 3% del IDR, mientras los adicionados con el subproducto de GGC aportan de un 3.6% (TGS) a un 3.8% (TGH y TGL) de la IDR para proteína.

Tabla 1: COMPOSICIÓN Y APORTE CALORICO por 100 g DE TOTOPOS CONTROL Y CON GGC.

Contenido o aporte por 100 g	Totopo control (TC)	Totopo GGC húmedo (TGH)	Totopo GGC seco (TGS)	Totopo GGC liofilizado (TGL)	Valor - P
HUMEDAD (g)	7.3± 0.4 ab	8.2 ± 2.8 b	3.5 ± 0.2 a	4.2 ± 0.4 a	0.0110
CARBOHIDRATOS	71.3 ± 1.7 a	63.9 ± 2.8 a	63.4 ± 2.3 a	65.8 ± 4.9 a	0.0566
PROTEÍNA (g)	7.6 ± 0.7 a	9.5 ± 0.1 c	9.0 ± 0.0 b	9.5 ± 0.1 c	< 0.0001
FIBRA DIETARIA(g)	2.0 ± 1.2 a	9.6 ± 1.4 b	14.8 ± 0.5 c	11.8 ± 3.1 bc	0.0001
LÍPIDOS (g)	7.3 ± 0.4 ab	8.2 ± 2.9 b	3.5 ± 0.2 a	4.2 ± 0.4 a	0.3976
CENIZAS (g)	5.8 ± 0.1 c	4.0 ± 0.1 ab	4.8 ± 0.0 b	3.4 ± 0.7 a	0.0003
ENERGÍA (cal)	370 ± 5.9 b	355 ± 10.9 ab	331 ± 13.5 a	349 ± 7.5 ab	0.0087

GGC= grano gastado de malta cervecera. Resultados como media ± desviación estándar del análisis por triplicado.

*carbohidratos calculados por diferencia. Valores con una letra común no son significativamente diferentes (p<0.05).

Respecto a la textura analizada como fuerza de fractura e ilustrada en la Tabla 2, no se encontraron diferencias significativas entre el control y los totopos adicionados con GGC, lo cual parece relacionarse con el procesamiento del snack y la uniformidad en el porcentaje de sustitución del subproducto (de 18% materia seca) en las fórmulas; por otro lado, estudios anteriores sustentan incrementos en la dureza de alimentos extruidos con valores superiores de subproductos ricos en fibra (20% y 30%) y le relacionan con cambios en otras medidas de propiedades estructurales (7,11).

Tabla 2: TEXTURA DE TOTOPOS CONTROL Y CON GGC.

Fuerza de fractura (N)	Totopo control (TC)	Totopo con GGC húmedo (TGH)	Totopo GGC seco (TGS)	Totopo GGC liofilizado (TGL)	Valor - P
	0.52 ± 1.52 a	0.26 ± 0.64 a	0.02 ± 0.1 a	0.25 ± 0.1 a	0.5811

GGC= grano gastado de malta cervecera. Resultados como media ± desviación estándar del análisis por quincena. Valores con una letra común no son significativamente diferentes (p<0.05).

Tabla 3: COMPARACIÓN DE APORTES ENTRE TOTOPOS COMERCIALES Y CON GGC.

	Totopos comerciales			Totopos con GGC			Valor - p	Modificación promedio
	Mín.	Máx.	Media ± D.E.	Mín.	Máx.	Media ± D.E.		
Energía (cal)	125	160	140.1 ± 15 b	99.3	106.5	103.5 ± 3.8 a	0.0050	26 % menos
Grasas	5.0	9.0	6.9 ± 1.5 b	1.1	2.5	1.6 ± 0.8 a	0.0007	77 % menos
Fibra	0.0	2.5	1.8 ± 0.9 a	2.9	4.4	3.6 ± 0.7 b	0.0211	100% más
Proteína	1.9	2.5	2.1 ± 0.2 a	2.7	2.8	2.8 ± 0.9 b	0.0010	33% más

GGC= grano gastado de malta cervecera. Valores resumen y estimación porcentual de modificaciones entre los aportes nutricionales de totopos comerciales (marcas: Mission, Milpa Real, Totis, Tostitos, Doritos y Aurrerá) y totopos formulados con GGC, por porción de 30 g. Valores con letra distinta señalan diferencias significativas (p<0.05).

Además, al comparar algunos aportes de los totopos formulados con GGC contra el etiquetado de seis productos comerciales similares en el mercado local y representados en la Tabla 3, fue posible determinar modificaciones importantes, como la reducción promedio del



26% de calorías, un 77% menos grasa, el incremento de 100% de fibra y 33% más aporte de proteína por porción.

Conclusiones y/o recomendaciones.

El valor nutricional positivo de los totopos adicionados con GGC resulta en productos catalogados como buena fuente de fibra y de bajo contenido de grasa, y con aumento de proteínas, que no solo contribuyen a la saciedad, sino también a un decremento en el contenido energético, por lo que podrían favorecer un mejor balance de nutrientes y promover la salud de quien los consuma. Se confirma también el uso del subproducto sin afectar la textura crujiente característica de este tipo de botanas, al aplicarse en niveles de 18% (m.s.), lo que supone reducir pérdidas agroindustriales asociadas al GGC, y abre pauta a nuevas investigaciones sobre aceptación sensorial, inocuidad, calidad funcional y efectos a la salud, que podrían considerarle un medio alternativo para prevenir y manejar enfermedades crónicas que aquejan a la población de nuestro país.

Referencias.

- Lynch, K. M., Steffen, E. J., & Arendt, E. K. (2016). Brewers' spent grain: a review with an emphasis on food and health. *Journal of the Institute of Brewing*, 122(4), 553–568
- Vieira, E. (2014). Valuation of brewer's spent grain using a fully recyclable integrated process for extraction of proteins and arabinoxylans. *Ind Crop Prod* 52, 136–143.
- Saval, S. (2012). Aprovechamiento de residuos agroindustriales: pasado, presente y futuro". *Revista de la Sociedad Mexicana de Biotecnología y Bioingeniería, A.C.* 16 (2): 14–46
- Mussatto, S. I. (2014). Brewer's spent grain: a valuable feedstock for industrial applications. *J Sci Food Agric* 94, 1264–1275.



- Özvural, E. B., Vural, H., Gökbulut, İ., and Özboy-Özbaş, Ö. (2009). Utilization of brewer's spent grain in the production of frankfurters, *Int. J. Food Sci. Technol.* 44, 1093–1099.
- Stojceska V. (2019), Chapter 15: Brewer's spent grain from by-product to health: a rich source of functional ingredients. flour and breads and their fortification in health and disease prevention (Second Edition), 189-198.
- Korkerd, S., Wanlapa, S., Puttanlek, C., Uttapap, D., & Rungsardthong, V. (2016). Expansion and functional properties of extruded snacks enriched with nutrition sources from food processing by-products. *Journal of Food Science and Technology*, 53(1), 561–570.
- AOAC. Métodos oficiales de análisis de la asociación internacional de químicos analíticos. (16ª ed.), AOAC International, Virginia (1995)
- NOM-051-SCFI/SSA1-2010, Especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasadas-Información comercial y sanitaria.
- NOM-086-SSA1-1994, Bienes y servicios. Alimentos y bebidas no alcohólicas con modificaciones en su composición. Especificaciones nutrimentales.
- Elleuch, M., Bedigian, D., Roiseux, O., Besbes, S., Blecker, C. & Attia, H. (2011). Dietary fibre and fibre-rich by-products of food processing: Characterization, technological functionality and commercial applications: A review. *Food Chemistry*, 124(2), 411–421
- Dietary Fiber on the Food Label. By Fiberfacts.org - consultado el 21 de agosto de 2019, disponible en: <https://www.fiberfacts.org/dietary-fiber-food-label/>



TI12-PROIN-081-L

PASTA FUNCIONAL TIPO FETUCCINI A BASE DE HARINA COMPUESTA DE FRIJOL (*Phaseolus leptostachyus*) Y YUCA (*Manihot esculenta* Crantz) LIBRE DE GLUTEN

¹Reyes López Daniela, ¹Figueroa Villarreal Leticia, ¹Vicuña Gómez Mauricio, ¹Molina Arciniega Ma. Consuelo. Papime 103818.

¹Universidad Nacional Autónoma de México, Estado de México, Nicolas Bravo N° 54. Santa Isabel Tultepec, dani_reylo@hotmail.com, danireylop13@gmail.com

PROCESAMIENTO E INNOVACION, INVESTIGACIÓN LICENCIATURA

Resumen.

Se desarrollaron diferentes prototipos de pasta, variando las proporciones de harina compuesta de frijol y yuca (1:1, 2:1, 3:1), así como las concentraciones de goma xantana y lecitina de soja (1.4% - 0%, 0.7% - 0.7%, 0% - 1.4%). Se realizó un moldeado y laminado de la pasta y posteriormente se horneó durante 2 horas a 70°C. Se seleccionó el prototipo con mejores atributos mediante pruebas físicas y con mejores atributos sensoriales. Se determinaron propiedades físicas, químicas y microbiológicas al producto seleccionado. Se seleccionó un envase de acuerdo a las características de la pasta; además, se elaboró una etiqueta con la información nutrimental de acuerdo a la norma NOM-051-SCFI/SSA1/2010. El resultado de los análisis ya mencionados, nos indica que cumple con los estándares de calidad y es apto para el consumo humano.

Introducción.

En los últimos años, se ha incrementado el número de personas que sufren la enfermedad celíaca y la oferta de productos alimenticios para dichas personas es mínima y de costos muy elevados; esta enfermedad afecta alrededor del 2% de la población mundial y un 4.8% de la población mexicana (Uscanga, 2013).



La creación de productos destinados a celíacos es un desafío, si se considera que la harina de trigo (fuente de almidón y gluten), ampliamente utilizada, es la principal responsable por las características de suavidad y textura (Gallagher et al., 2004). No obstante, a través de la asociación de ingredientes y técnicas de preparación, es posible elaborar un producto panificable sin gluten con buenos niveles de aceptación (Atzingen y Pinto e Silva, 2001; Escouto, 2000).

Una dieta sin gluten equivale a la eliminación en cualquier tipo de alimentos del: trigo, avena, centeno y cebada, así como sus harinas. Uno de los problemas nutricionales para las personas celíacas es la cobertura de necesidades proteicas y energéticas, al igual que lo es para las personas veganas, por lo que es necesario desarrollar productos alimenticios que cubran estas necesidades (Uscanga, 2012).

Se ha reconocido que entre los cultivos alimenticios que son importantes fuentes proteicas y de energía están las leguminosas, pues éstas pueden cubrir fácilmente gran parte de dichas necesidades (Estrada, Villarreal & Jurado, 2005). El cultivo de frijol es uno de los más importantes para el país con el 9.1% de la superficie cosechada, exportando alrededor de 103,814 toneladas (González, 2009). Por su alto contenido proteico, es el tercer cultivo más importante del mundo entre las leguminosas; en México, el frijol es la leguminosa con mayor consumo, representando el 36% de la ingesta diaria de proteínas, además de favorecer en la disminución de los niveles de colesterol, la reducción del riesgo de padecer cáncer, prevenir y controlar la diabetes y sobrepeso, previene la formación de tumores y contiene fitoquímicos que funcionan como antioxidantes y reguladores del metabolismo (Lara, 2015).

La Harina de mandioca o yuca es un polvo fino, blanco, inodoro e insípido, que produce ligera crepitación cuando es comprimido entre los dedos. La utilización de almidón de maíz y mandioca, harina de arroz y soja, ha sido evaluada en la obtención de preparaciones exentas de gluten, con la finalidad de ofrecer productos con características tecnológicas y sensoriales semejantes a las suministradas por el trigo (Sánchez et al., 2002).

La pasta alimenticia es un producto de consumo masivo, considerado además un alimento funcional por su bajo aporte de grasa y sodio y baja respuesta glicémica (Jenkins et al., 1987; Araya et al., 2003). Cuando se consume enriquecida con huevo o en combinación con carne,



se incrementa su valor nutricional, pero también su costo. Sin embargo, se podría incrementar el valor nutricional al mezclar la sémola de trigo con subproductos industriales, como el germen desgrasado de maíz o con leguminosas como *Vigna sinensis*, comúnmente conocida como frijol; ambos ricos en lisina.

Los alimentos funcionales son aquellos que contienen componentes biológicamente activos que ejercen efectos beneficiosos en una o varias funciones del organismo y que se traducen en una mejora de la salud o en una disminución del riesgo de sufrir enfermedades. Un alimento funcional puede ser un alimento natural, un alimento al que se le ha añadido o quitado un componente mediante medios tecnológicos o biológicos, un alimento al que se ha modificado la naturaleza de uno o más de sus componentes, o de cualquier combinación de estas posibilidades.

En los últimos años, la tendencia de alimentos y bebidas sin gluten ha crecido exponencialmente, y lo seguirá haciendo en el futuro cercano, no sólo entre los consumidores celíacos, sino también entre quienes creen que dejar de consumir ingredientes con gluten beneficiará a su salud.

La sustitución de la sémola por otros ingredientes, representa una disminución en el contenido de gluten y, por ende, una pasta de calidad inferior. Sin embargo, si se realizan modificaciones en el esquema tradicional de elaboración de la pasta, tales como el secado y el tiempo de secado (Abecassis et al., 1989; Mes- tres et al., 1990; Bergman, et al., 1994; Fang y Khalil, 1996; Vansteelandt y Del-cour, 1998) y si se usan aditivos, se puede mejorar la calidad de cocción y las características organolépticas de las pastas.

El objetivo de esta investigación fue usar productos agrícolas, como el frijol y la harina de yuca, para sustituir la sémola de trigo durum en el desarrollo de una pasta nutricionalmente enriquecida y organolépticamente aceptable.



Objetivo general.

Desarrollar una pasta funcional tipo fettuccine a base de harina compuesta de frijol y yuca, libre de gluten, dirigido al público en general, con especial interés en las personas intolerantes al gluten.

Objetivos específicos.

1. Determinar la viabilidad de desarrollar una pasta funcional tipo fettuccine a base de harina compuesta de frijol y yuca, libre de gluten mediante un estudio de mercado aplicado a 50 personas de la población en general.
2. Desarrollar diferentes prototipos de una pasta tipo fettuccine, por medio de un diseño completamente aleatorio, variando las proporciones de harina compuesta de frijol y yuca (1:1; 2:1 y 3:1) para elegir la mejor formulación mediante pruebas sensoriales descriptivas, pruebas físicas (tiempo óptimo de cocción, porcentaje de sedimentos grado de absorción, grado de hinchamiento).
3. Determinar un análisis químico proximal y análisis microbiológico (cuenta de coliformes totales, mesófilos, mohos y levaduras) al prototipo seleccionado mediante técnicas oficiales para comprobar su funcionalidad hacia el consumidor y su calidad higiénica.
4. Aplicar una prueba sensorial afectiva a 50 consumidores para establecer la preferencia de la pasta descrita con respecto a una comercial.
5. Elegir el material del envase y marca de la pasta en base a las características del producto, así como la etiqueta según la NOM-051-SCFI/SSA1/2010 (2015) para la correcta introducción al mercado.

Metodología.

Se adquirió 2 kg de frijol bayo marca La Sierra en el supermercado Walmart. Se procedió a la elaboración de la harina compuesta de frijol mediante condiciones establecidas: limpieza de impurezas, remojo de 14h con agua potable, cocción (45 min, 90°C) en una olla bajo presión marca Ecko, modelo 609167.



Se secó la pasta de frijol en una estufa de secado con circulación de aire forzado marca Figursa, modelo HDF-48 a una temperatura de 75°C hasta obtener una humedad en la harina de frijol mínima de 6%; una vez seco el frijol, se llevó a cabo una molienda en un molino para café marca Hamilton Beach, modelo 80392, para reducir el tamaño de partícula y proceder con el tamizado con una malla 60# rango 488-142um (Pérez, 2010).

Se realizó análisis químico proximal a la harina compuesta de frijol para conocer su aporte nutrimental.

Se determinó la viabilidad de la elaboración de una pasta mediante un estudio de mercado en línea con la aplicación Survey Monkey que consta de 10 preguntas, la cual fue diseñada para obtener información de una muestra poblacional; se aplicó a 50 personas de edad y sexo indistinto para conocer las preferencias de los consumidores, o bien, si es viable la introducción al mercado.

Se desarrollaron diferentes prototipos, variando la proporción de harina compuesta de frijol y yuca (1:1, 2:1, 3:1) así como el uso de goma xantana y lecitina de soja, a través de un diseño completamente aleatorio y mediante la realización de una evaluación sensorial descriptiva, así como pruebas físicas (tiempo óptimo de cocción, porcentaje de sedimentos, grado de absorción y grado de hinchamiento); se seleccionó el mejor prototipo. Una vez elegido el prototipo, se realizó un análisis químico proximal: humedad (Estufa): NOM-247-SSA1-2008, proteína (Microkjeldhal): AOAC,960.52, cenizas (Incineración): NMX-F-066-S-1978., fibra (Kennedy): NOM-F-090-S-1978, lípidos (Soxhelt): NMX-F-089-S-1978, carbohidratos: diferencia., así como un análisis microbiológico de coliformes totales: NOM-113-SSA1-1994, hongos y levaduras: NOM-111-SSA1-1994, mesófilos: NOM-247-SSA1-2008.

Se llevó a cabo una comparación sensorial del mejor prototipo con un producto comercial libre de gluten para conocer la aceptación del consumidor, mediante una prueba de preferencia aplicada a 50 consumidores y finalmente, se seleccionó el envase de acuerdo a las características del producto y cumpliendo con la norma NMX-F-023-S-1980 y diseño de la etiqueta NOM-051-SCF/SSA1-2010.

Resultados y análisis.

1. Análisis químico de la harina de frijol.

La tabla 1 muestra los resultados obtenidos de los análisis químicos ya mencionados que se realizaron a la harina de frijol; para ello se realizaron de dos a tres repeticiones de cada determinación, comparándolos con resultados obtenidos de fuentes bibliográficas.

Tabla 1. Composición química de la harina de frijol.

	Humedad %	Proteína %	Cenizas %	Fibra %	CHO'S %
Harina de frijol	4.53	28.02	1.2633	3.16	63.03

2. Estudio de mercado.

El estudio de mercado se realizó a 56 personas de un rango de edades de 18 a 50 años, las cuales eran de un público en general. Se puede observar que la propuesta de elaboración de una pasta libre de gluten a base de frijol y yuca es favorable, ya que según los resultados obtenidos de la encuesta, los consumidores sí comprarían este tipo de productos a pesar de no ser celíacos, como también nos podemos dar cuenta que la mayoría de las personas no están familiarizadas con el término celíaco, el producto es una innovación para el mercado, debido a que la mayoría de las personas no conocen las propiedades de las materias primas.

Además, las tendencias nutricionales nos ayudan, debido al impacto que han tenido en estos años los productos libres de gluten.

En general, el producto puede ser consumido por todo tipo de personas, principalmente las que tienen intolerancia al gluten.

La presentación del producto debe ser notoria y agradable para el público, así que se eligieron los envases, uno primario que consta de una bolsa de papel tipo cartón y el secundario que consta de una caja de cartón; los consumidores piden que este tipo de productos se puedan adquirir en tiendas departamentales y supermercados, por lo que se planea desarrollar estrategias para poder ofrecer el producto en este tipo de lugares.

3. Evaluación sensorial.

Para realizar la evaluación sensorial, se realizó la cocción de las pastas en el momento de la evaluación, con los parámetros ya establecidos en la prueba de cocción, en esta se descartaron varios prototipos, ya que no se obtenía una consistencia propia de una pasta al momento de la cocción, como lo indica la Norma NMX-F-023-S-1980.

En la figura 1 se muestra el diagrama de cajas, que indica las diferencias de las respuestas de los jueces; el atributo que se analizó fue únicamente el de preferencia, y como se puede observar, sí hubo una diferencia significativa de las medianas en los prototipos.

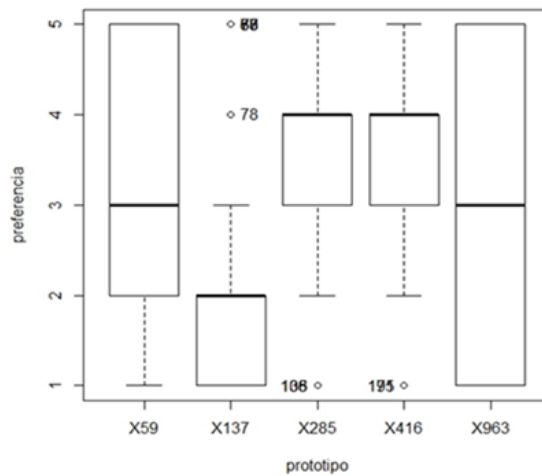


Figura 1: Gráfica de medianas de la evaluación sensorial.

De acuerdo con el gráfico anterior, el código 137 fue el seleccionado, ya que es el que tiene la media más baja, lo que indica que la mayoría de los jueces indicaron que era el prototipo de mayor agrado para ellos; la variación de la respuesta de los jueces se concentró en el número 1 y 2 en una escala de 1 a 5, siendo 5 el de mayor agrado y 1 el de menor agrado. Con la cantidad de harina de frijol (60%) y de harina de yuca (40%), adicionado con goma xantana (1.5%).



4. Evaluación sensorial al producto final.

Para realizar la evaluación sensorial, se realizó la cocción de las pastas en el momento de la evaluación, con los parámetros ya establecidos en la prueba de cocción, como lo indica la Norma NMX-F-023-S-1980. Se comparó el prototipo aceptado contra un producto comercial a base de arroz integral, maíz amarillo y almidón de papa, libre de gluten.

Mediante la evaluación sensorial de preferencia, se analizaron los resultados mediante la prueba estadística de comparación de proporciones alternativas; debido al tipo de evaluación sensorial, arrojó datos con muy poca variación, debido a que no hay significancia en la elección de los prototipos, debido a que obtuvo un 63% de aceptación con este estudio; se observó que al ser lanzado al mercado, podría tener una gran demanda.

Como se puede ver en los resultados de la elaboración de los prototipos, es favorable la utilización de goma xantana, ya que ésta ayuda a que los demás ingredientes se adhieran a la pasta y no pierda su forma; es recomendable usar xantana en un porcentaje de 1.5 o menor, ya que si se agrega más al momento de rehidratar la pasta, absorbe una mayor cantidad de agua, además de tener una textura viscosa.

Conclusiones.

Durante el desarrollo de la investigación, se llevaron a cabo distintos tipos de observaciones, entre ellas, la evaluación sensorial de estas pastas innovadoras para ver si tenían aceptación de los futuros consumidores. Por lo tanto, el proyecto es viable, ya que los resultados del estudio de mercado son favorables en cuanto a propiedades físicas y sensoriales. En la composición química del producto, presenta un contenido alto de proteína, comparándolo con las pastas comerciales, además de aportar nutrimentos mismos de las materias primas. La pasta cumplió con los estándares de calidad microbiológica que se establecen en la NOM-147-SSA-1996. El etiquetado del producto se desarrolló de acuerdo a las características establecidas en la NOM-051-SCFI/SSA1-2010.



Referencias.

- Abecassis J, Faure J, Feillet P (1989) Improvement of cooking quality of maize pasta products by heat treatment. *Food Sci. Food Agric.* 47: 475-485.
- NMX-F-023-S-1980. Pasta de harina de trigo y/o semolina para sopa y sus variedades. Normas Mexicanas. Dirección General de Normas. (esta norma cancela la NMX-F-023-S-1979).
- Atzingen, M. C. B. C. von; Pinto e Silva, M. E. M. (2001). Inhame na formulação de pão sem glúten. *Nutrire* 22, 33-48.
- Celiacos de México. (28 de mayo de 2013). Recuperado el 14 de febrero de 2018, de <https://celiacosdemexico.org.mx/respaldo/fcula-de-tapioca/>
- Estrada, E., Villarreal, J. & Jurado, E. (2005). Leguminosas del norte del estado de Nuevo León, México. *Revista Digital Universitaria.* 1-18.
- Gallagher, E.; Gormley, T. R.; Arendt, E. K. (2004). Recent advances in the formulation of gluten-free cereal based products. *Trends in Food Science and Technology* 15, 143-152.
- González, A. (2009). Estimación de las estructuras agrarias y económica de la producción de maíz y frijol en México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 7-29.
- Lara, M. (2015). El cultivo del frijol en México. *Revista Digital Universitaria.*, 2-10.
- Sánchez, H. D.; Osella, C. A. & de la Torre. (2002). Optimization of gluten-free bread prepared from cornstarch, rice flour and cassava starch. *Journal of Food Science* 67, 416-419.
- Pérez L. (2010) “Evaluación de las fracciones granulométricas de la harina de Sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) para la elaboración de una pasta alimenticia”. Universidad Nacional de Colombia. Programa Interfacultades Especialización en Ciencia y Tecnología de alimentos. Bogotá.



Santiago. (2001). Una estrategia de salud para toda la vida. Informe sobre conciencia natural, 15-20.

Uscanga, L. (2012). Enfermedad celíaca. Revista de Gastroenterología de México., 32-34.

Uscanga, L. (2013). Enfermedad celíaca en México: ¿Describiendo la punta del iceberg? Revista de Gastroenterología de México., 201-204.

Vidal C.M. (2008) “Alimentos Funcionales: Algunas reflexiones en torno a su necesidad, seguridad y eficacia y a como declarar sus efectos sobre la salud”. Humanitas. Humanidades médicas, Tema del mes online no. 24, Febrero.



FUNCIONALIDAD Y NUTRICIÓN

TI12-FUN-003-L

CARACTERIZACIÓN QUÍMICA, SENSORIAL Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE UN JAMÓN COCIDO FUNCIONAL

¹Quintal Castillo R.E., ¹Fajardo Uc J.D., ¹Vargas y Vargas, M.L., ¹Tamayo Cortes, J.A.,
¹Toledo López V.M*.

¹Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Mérida, Av. Tecnológico Km
4.5 S/N CP 97118. Mérida, Yucatán, México.

Correo electrónico: ricardoquintalc@hotmail.com, vtoledo0811@gmail.com

FUNCIONALIDAD Y NUTRICIÓN, INVESTIGACIÓN LICENCIATURA

Resumen.

Los productos cárnicos tienen cualidades nutricionales muy destacables que, en el caso de muchos nutrientes, no se pueden encontrar en otros grupos de alimentos. Son ricos en proteínas de alta calidad, vitaminas y minerales esenciales. Destaca especialmente el contenido en vitaminas del grupo B, vitamina A y minerales (Confecarne, 2013). El objetivo de este proyecto fue elaborar un producto cárnico funcional (jamón cocido), adicionándole extracto de *Moringa oleifera*, como fuente de antioxidante. Se realizaron 2 tratamientos (Control y Tratado) para luego evaluar sus parámetros bromatológicos (humedad, proteína, grasas, cenizas, carbohidratos), sensoriales (olor, color, sabor, textura y aceptación), fisicoquímicos (pH y AW) y antioxidantes (DPPH y ABTS). Los resultados arrojaron un agrado general para ambos jamones, no habiendo diferencia significativa entre ambos. Los tratamientos presentaron un buen porcentaje de proteína (18.08% para el control y 20.78% para el producto tratado). El contenido graso fue bajo, 9.17% para el control y 8.50% para el tratado. En la actividad antioxidante se aplicaron dos métodos, teniendo que para el producto control, los resultados fueron los siguientes: DPPH: 42.69% y ABTS: 62.13%; para el producto tratado, DPPH: 46.24% y ABTS: 80.03%. En el método DPPH los resultados no presentan diferencia significativa, pero en el método ABTS, se puede observar una gran



diferencia entre los porcentajes de inhibición, siendo el producto tratado el que presenta mejores valores. Los resultados muestran que al agregar el extracto de *M. oleifera* al jamón, sensorialmente no afecta al producto, y en los análisis fisicoquímicos, proximales y actividad antioxidante, el producto presenta excelentes mejorías en su nutrición.

Palabras clave: jamón, funcional, caracterización, *Moringa oleifera*.

Introducción.

En los últimos años, se han estado realizando grandes cambios destinados a mejorar los productos cárnicos existentes y a lanzar al mercado otros nuevos, en los que la composición se haya modificado de alguna manera, con el fin de que el producto resultante se ajuste más a las nuevas orientaciones nutricionales. Una posible vía para poder llevar a cabo esta demanda, sería enriquecer a los productos cárnicos con compuestos bioactivos, convirtiéndolos en alimentos funcionales (Gámez, 2017). Entre estos compuestos bioactivos se encontrarían los antioxidantes, un amplio grupo de compuestos capaces de prevenir los procesos degenerativos asociados a un exceso de radicales libres en el organismo. Un antioxidante es una sustancia capaz de neutralizar la acción oxidante de los radicales libres mediante la liberación de electrones en nuestra sangre, que son captados por los radicales libres (Finkel & Holbrook, 2000). Los radicales libres atacan componentes celulares, causando daño sobre los lípidos, proteínas y ADN, los cuales pueden iniciar una cadena de eventos que dan como resultado una lesión celular (Aldershvile et al., 1998). Por lo tanto, los antioxidantes actúan como escudos contra ellos. Protegen el cuerpo contra los accidentes cerebro-vasculares, infartos de miocardio, daños al cerebro por degeneración y degradación. Una fuente rica de antioxidantes es la *M. oleifera*, ya que las hojas son comestibles y ricas en proteínas, con un perfil de aminoácidos esenciales muy balanceado. Las hojas de moringa contienen más vitamina A que las zanahorias, más calcio que la leche, más hierro que las espinacas, más vitamina C que las naranjas y más potasio que los plátanos (Fahey, 2005). Una de las ventajas que presenta esta hoja, es que se destaca porque no presenta sustancias antinutritivas y, por el contrario, presenta alto contenido de proteínas y vitaminas.

Esta investigación tiene como objetivo principal la elaboración de un jamón cocido funcional mediante la incorporación de extracto de *M. oleifera* como fuente de antioxidantes, para lo cual se obtuvo una muestra control y muestra tratada para determinar sus efectos en las propiedades bromatológicas, sensoriales y fisicoquímicas.

Objetivo general.

Elaborar un producto cárnico con propiedades funcionales adicionado con extracto de moringa y evaluar los parámetros bromatológicos, sensoriales, fisicoquímicos y actividad antioxidante.

Objetivos específicos.

(1) Elaborar un jamón cocido con propiedades funcionales mediante la adición de extracto de la *M. oleifera*. Con la finalidad de que el consumidor obtenga un alimento con mayor contenido en nutrientes. (2) Realizar análisis bromatológicos y fisicoquímicos del producto tratado y control. Para analizar el producto que presenta mejores resultados y compararlos con otras investigaciones realizadas donde también utilizaron *M. oleifera*. (3) Evaluar el grado de aceptación del producto cárnico funcional mediante una evaluación sensorial y compararlo con el producto control. (4) Determinar la capacidad antioxidante del producto experimental y el control para comprobar cuál obtiene mejores resultados en la inhibición de radicales libres.

Metodología.

Obtención de los ingredientes: Las hojas de moringa se obtuvieron de la recolección de los árboles locales en Mérida, Yucatán; estas fueron seleccionadas, lavadas y secadas en una estufa a una temperatura de 90 °C por 1 hora, para luego ser molidas en una licuadora hasta lograr la pulverización de las hojas; para la obtención del extracto de moringa, se utilizó una solución agua/etanol en una proporción 20:80 (v/v), respectivamente y se dejó en agitación

por 3 horas a temperatura ambiente, luego se concentró en rotavapor a 50°C y a una presión de 50 mb. La carne de cerdo se consiguió en un negocio local.

Elaboración del producto tipo jamón: La carne de cerdo fue cortada en pequeños cuadros de aproximadamente 3-4 cm de diámetro para posteriormente colocarla en la mezcladora y verter los ingredientes y condimentos; después de un masajeo de 10 minutos, se dividió la cantidad de carne en partes iguales y a una de ellas se le agregó el 3% del extracto de moringa; se dejó reposar por 24 horas en refrigeración y posteriormente se pasaron a moldes para su cocimiento con un lapso de 3 horas a una temperatura entre 70-73 °C; al término de la cocción, se le aplicó un choque térmico en agua helada y se procedió a resguardarlo en refrigeración por 24 horas antes del desmolde y rebanado.

Análisis bromatológico: Se utilizaron los métodos de la AOAC (2005) 934.01 (humedad), 940.25 (proteína), 942.05 (Cenizas), 954.02 (grasa cruda). Análisis antioxidantes: Para el análisis ABTS, nos basamos en la metodología descrita por Aloğlu y Öner (2011), con algunas modificaciones y el análisis de DPPH se realizó de acuerdo al método propuesto por Brand-Williams et al. (1995). Evaluación sensorial: se usó una escala hedónica de 9 puntos con un panel de 50 jueces no entrenados, donde se evaluaron las características de color, olor, textura, sabor y agrado general. Análisis fisicoquímicos: El pH se midió con un potenciómetro digital y la actividad de agua se midió utilizando un higrómetro de la marca AquaLab.

Resultados.

Análisis bromatológicos: El producto control y el tratado presentaron los siguientes resultados en el análisis bromatológico:

Tabla 1. Contenido nutricional de los productos control y tratado elaborados (%).

Producto	Humedad	Proteínas	Grasa	Cenizas	Total
Control	70.04	18.08	9.17	2.71	100
Tratado	67.78	20.78	8.50	2.94	100

Análisis fisicoquímicos: A continuación, se presentan los resultados obtenidos en los productos control y tratado, tanto su pH y su actividad de agua.

Tabla 2. Resultados de pH y Aw del producto control y tratado.

Muestra	pH	Aw
Control	6.1 ± 0.212	0.941 ± 0.007
Tratado	6.145 ± 0.049	0.93 ± 0.007

Evaluación sensorial: La prueba hedónica en una escala de 9 puntos, se plasman los resultados obtenidos de aceptación general, englobando sus 4 parámetros anteriores (olor, color, sabor, textura).

Tabla 3. Resultado sensorial de la prueba de aceptación del producto control y tratado.

Muestra	Promedio
Control	7.64 ± 0.86
Tratado	7.56 ± 0.91

Análisis de resultados.

En los análisis bromatológicos, para el producto tratado se obtuvo un mayor contenido de proteína (20.78%) y una cantidad baja en grasa con 8.50%, comparándolo con el producto control, que obtuvieron valores más elevados de grasa (9.17%) y más bajos de proteínas (18.08%). Con respecto al análisis fisicoquímico, el pH (6.1 control y 6.14 tratado) y la Aw (0.94 control y 0.93 tratado) son muy similares en ambos casos. Por lo tanto, no hay diferencia significativa en ambos productos. En el análisis sensorial, el producto más aceptado fue el control (calificación 7.64), pero la calificación en el producto tratado fue muy cercana (7.56), por lo que tampoco hay una diferencia significativa. En los análisis de antioxidantes, los resultados fueron los siguientes: Control, DPPH: 42.69% y ABTS: 62.13%; para el producto tratado, DPPH: 46.24% y ABTS: 80.03%.



Conclusión.

El producto tratado presenta mejor contenido nutricional con relación al control. No hay diferencia significativa entre el control y tratado en los resultados de pH y Aw. En el método DPPH, los resultados no presentan diferencia significativa, pero en el método ABTS, se puede observar una gran diferencia entre los porcentajes de inhibición, siendo el producto tratado el que presenta mejores valores. Por lo tanto, el jamón cocido elaborado en este proyecto, es un jamón recomendado para el consumo humano, ya que presenta mejores valores nutricionales que uno de tipo comercial, es rico en proteínas y bajo en grasa, por lo cual es una fuente de alimentación sana y natural, además de que contiene ingredientes naturales y no se usan colorantes ni saborizantes. De igual forma, la actividad antioxidante es buena para el consumo humano, ya que inhibirá los radicales libres que se encuentran presentes en nuestro cuerpo y son causantes de muchas enfermedades.

Referencias.

- Aldershvile, J., Ambrosio, G., Bayés de Luna, A., Badimon, L., Bertrand, M. & Cleand, J. (1998). Estrés oxidativo (especies de oxígeno reactivo), patología cardiovascular (Parte I) Eur Cardiol J 1998;3(72).
- Aloğlu, H y Oner, Z. (2011). Determination of antioxidant activity of bioactive peptide fractions obtained from yogurt. Journal of dairy science 94, 14.
- AOAC International. (2005). Official Methods of Analysis. Washington DC: Editorial AOAC international.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. & Berset C (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. Food Sci Technol 28:25–30
- Confecarne. (2013). Beneficios de consumir carne y embutidos. Recuperado el 24 de junio de 2019, sitio web: <https://carnica.cdecomunicacion.es/noticias/4540/confecarne-senala-los-beneficios-de-consumir-carne-y-embutidos>.



- Fahey, J. (2005). *Moringa oleifera*: A Review of the medical evidence for its nutritional, therapeutic and prophylactic properties. Part 1. TFLJ.1(5):1-15.
- Finkel, T. & Holbrook, N. (2000). "Oxidants, oxidative stress and the biology of ageing", en Nature. 408, pp. 239-247.
- Gómez, M. (2017). Aprovechamiento de derivados de tomate, como fuente de licopeno, en productos cárnicos tradicionales y tratados con radiaciones ionizantes.

TI12-FUN-004-L

CARACTERIZACIÓN QUÍMICA, SENSORIAL Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE UN SALAMI ADICIONADO CON EXTRACTO DE *Moringa oleifera*

¹Fajardo Uc J.D., ¹Quintal Castillo R.E., ¹Vargas y Vargas, M.L., ¹Tamayo Cortes, J.A.,
¹Toledo López V.M*.

¹Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Mérida, Av. Tecnológico Km
4.5 S/N CP 97118. Mérida, Yucatán, México.

Correo electrónico: xdaniel704@gmail.com; vtoledo0811@gmail.com

FUNCIONALIDAD Y NUTRICIÓN, INVESTIGACIÓN LICENCIATURA

Resumen.

En los últimos años, se han estado produciendo grandes cambios en los hábitos alimenticios de las personas, siendo la mayoría dañinos para la salud; debido a esto, se han estado realizando los bien llamados alimentos funcionales e investigando plantas como *Moringa oleifera* por su gran capacidad antioxidante. El objetivo de este trabajo fue elaborar y caracterizar un salami cocido, adicionado con extracto de *Moringa oleifera*. Las hojas de moringa se obtuvieron de árboles locales de Mérida, Yucatán; posteriormente, las hojas fueron deshidratadas y molidas. Se realizaron 2 tratamientos (Control y Tratado) para luego evaluar sus parámetros bromatológicos (humedad, proteína, grasas, cenizas, carbohidratos), sensoriales (usando una escala hedónica de nueve puntos), fisicoquímicos (pH y Aw) y antioxidantes (DPPH y ABTS). Los resultados demostraron un agrado mayor por el salami control y un poco menos por el salami tratado, mostrando en ambos casos, un puntaje arriba del nivel de indiferencia de la escala. En cuanto al análisis DPPH, en el salami control es de 5.22 y del salami tratado es de 6.30 mg Trolox/100mg de capacidad antioxidante y los resultados del análisis de ABTS en el salami control es de 2.46 y en el salami cocido es de 2.64 mg Trolox/100mg salami cocido es la capacidad antioxidante. El salami tratado tuvo una mayor proporción de proteína con un 19.47 %, con relación al control (18.18%). El



contenido de grasa fue ligeramente mayor en el control (20.72%), mientras el salami tratado tuvo 19.43%. El contenido de agua fue el mismo en ambos casos (60%). Los resultados muestran que, al agregarle la moringa al salami cocido, la capacidad antioxidante y el porcentaje de proteína aumenta; sin embargo, debido a su color verde tiene una aceptación menor con relación al control en el análisis sensorial, pero es aceptado por los consumidores.

Palabras clave: Salami, conservación, moringa, alimento funcional y antioxidante.

Introducción.

Actualmente, dentro del contexto de alimentación óptima, está apareciendo en el mercado el término de alimentos funcionales. Un alimento funcional es aquel alimento que es igual en su apariencia física al del alimento convencional, pero que es capaz de producir cambios fisiológicos o metabólicos benéficos, útiles en el mantenimiento de una buena salud mental y física; es considerado funcional si contiene un componente con un efecto selectivo de una e incluso varias funciones del organismo, cuyos efectos positivos justifican que sea visto como funcional (Fisiológico) o incluso saludable (Ospina et al., 2011). Una fuente rica de antioxidantes es la *Moringa oleifera*, ya que las hojas son comestibles y ricas en proteínas, con un perfil de aminoácidos esenciales muy balanceado. Al mismo tiempo, contiene vitaminas, principalmente A y C en altas cantidades, así como antioxidantes potentes, los cuales ayudan en la prevención de formaciones malignas y mejoran la salud cardiovascular, ya que reducen el efecto de los radicales libres, responsables del envejecimiento y el deterioro general del organismo. Se ha encontrado en numerosos estudios que reduce el estrés oxidativo. Singh et al. (2009) realizaron estudios *in vitro* donde demostraron que, debido a sus propiedades antioxidantes, los extractos de hojas, frutos y semillas de moringa, protegen las células vivas del daño oxidativo del ADN asociado con el envejecimiento, el cáncer y las enfermedades degenerativas; de igual forma, se indicó que dichos extractos inhiben la peroxidación lipídica y el quorum sensing bacteriano y se propuso a *M. oleifera* como un candidato ideal para la industria farmacéutica, nutracéutica y de alimentos funcionales. La moringa se destaca ya que, a pesar de su alto contenido de proteínas y vitaminas, contiene muy bajos niveles de sustancias antinutritivas. Por otra parte, igualmente se han estudiado

los efectos nocivos que pudiera presentar. Makkar et al. (1996) mostraron que las hojas de moringa contienen cantidades despreciables de taninos; asimismo, sus análisis no arrojaron indicios ni de lectinas ni de inhibidores de tripsinas. Encontraron saponinas, pero en cantidades bajas, más o menos equivalentes a los niveles registrados en los frijoles de soya, es decir, en niveles inocuos y no encontraron actividad hemolítica.

La presente investigación tiene como objetivo desarrollar un salami cocido funcional (base de carne de cerdo) mediante la adición del extracto de hojas de *M. oleifera* como fuente de antioxidantes, utilizando una muestra control y muestra tratada para determinar su efecto en las propiedades fisicoquímicas, bromatológicas y sensoriales.

Objetivo general.

Elaborar un producto cárnico con propiedades funcionales adicionado con extracto de moringa y su evaluación bromatológica y sensorial.

Objetivos específicos.

(1) Elaborar un salami cocido con propiedades funcionales. (2) Evaluar las características bromatológicas y fisicoquímicas a la carne y al salami cocido. (3) Realizar análisis sensorial a ambos productos (control y tratado). (4) Determinar la capacidad antioxidante del producto terminado (salami cocido).

Metodología.

Obtención de los ingredientes: La harina de moringa se obtuvo de la recolección de los árboles locales en Mérida, Yucatán; las hojas fueron seleccionadas, lavadas y secadas en una estufa a una temperatura de 90 °C por 1 hora, para luego ser molidas en una licuadora hasta lograr la pulverización de las hojas. Para la obtención del extracto de moringa, se utilizó una solución agua/etanol en una proporción 20:80 (v/v), respectivamente y se dejó en agitación por 3 horas a temperatura ambiente, luego se concentró en rotavapor a 50°C y a una presión de 50 mb. La carne de cerdo se consiguió en un negocio local. Elaboración del producto tipo

salami cocido: La carne de cerdo fue cortada en pequeños cuadros, posteriormente se trituró en el molino, siguiendo con la adición de la mezcla de aditivos y condimentos, se dividió la cantidad de carne en partes iguales y a una de ellas se le agregó el 3% de la concentración del extracto, se dejó reposar por 24 horas en refrigeración y posteriormente se pasaron a moldes para su cocimiento con un lapso de 3 horas a una temperatura entre 70-73 °C; al término se le aplicó un choque térmico en agua helada y permaneciendo luego en refrigeración por 24 horas antes del desmolde. Análisis bromatológico: Se utilizaron los métodos de la AOAC (2005) 934.01 (humedad), 940.25 (proteína), 942.05 (Cenizas), 954.02 (grasa cruda). Análisis antioxidantes: Se realizó el análisis ABTS según la metodología descrita por Aloglu y Öner (2011), con algunas modificaciones y el análisis de DPPH de acuerdo con el método propuesto por Brand-Williams et al. (1995). Evaluación sensorial: se usó una escala hedónica de 9 puntos con un panel de 53 jueces no entrenados, donde se evaluaron las características de color, olor, textura, sabor y agrado general (Ureña y D'Arrigo, 1999). Análisis fisicoquímicos: El pH se midió con un potenciómetro digital y la actividad de agua se midió utilizando un higrómetro de la marca AquaLab.

Resultados y discusiones.

Análisis bromatológicos: El producto control y el tratado presenta los siguientes resultados en el análisis bromatológico:

Cuadro 1. Resultados de análisis bromatológicos a salami control y salami tratado (%).

Producto	Humedad	Proteína	Grasas	Cenizas
Salami control	60	18.18	20.72	1.1
Salami tratado	60	19.47	19.43	1.1

Caracterización fisicoquímica: las características fisicoquímicas del salami cocido control y tratado se presentan en el cuadro 2 (actividad de agua, pH y capacidad de retención de agua).

Cuadro 2. Resultados fisicoquímicos del salami control y del tratado.

pH		Aw	
Control	5.97	Control	0.9355
Tratado	6.10	Tratado	0.9365

Evaluación sensorial: la prueba hedónica en una escala de 9 puntos muestra que a los panelistas les agradó en la mayoría de las características el control, se presenta el cuadro 3 de aceptación general.

Cuadro 3. Aceptación general de ambos productos.

Muestra	Promedio
Control	7.80952± 0.43
Tratado	6.5238± 0.54

Análisis Antioxidantes: El porcentaje de inhibición en el salami tratado fue mejor en ambos casos, siendo de 36.49 en DPPH y de 51.43 en ABTS; los valores del salami control fueron de 30.49 en DPPH y de 46.27 en ABTS.

Discusión y conclusión.

Con respecto al análisis bromatológico, se obtuvo una mejor cantidad de proteína con 19.4% en el tratado y con 18.18% en el control, disminuyendo la grasa en el tratado con 19.43% y el control con 20.72%; la humedad se mantuvo en valores similares de 60%. Con respecto al análisis fisicoquímico, el pH y la Aw son muy similares en ambos casos. En el análisis sensorial, el más aceptado fue el salami control (7.8), ya que por el tono verdoso que obtuvo



el tratado, fue menor su calificación (6.5), pero de igual forma gustó al panelista, ya que se considera que por arriba del punto de inflexión (5) es aceptable el producto. En los análisis de antioxidantes, en ambos casos fue mejor el tratado, ya que la *Moringa oleifera* contiene antioxidantes. En la prueba de DPPH, el tratado obtuvo valores de 36.49% y el control 30.49% de inhibición y en la prueba de ABTS el tratado obtuvo 51.43%, mientras que el control obtuvo 46.27% de inhibición.

Referencias.

- Aloğlu H & Oner Z. (2011). Determination of antioxidant activity of bioactive peptide fractions obtained from yogurt. *Journal of dairy science* 94, 14.
- AOAC International. (2005). *Official Methods of Analysis*. Washington DC: Editorial AOAC International.
- Brand-Williams W. Cuvelier ME. & Berset C (1995) Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Food Sci Technol* 28:25–30
- Makkar, H. & Becker, K. (1997). Nutrients and antiquality factors in different morphological parts of the *Moringa oleifera* tree. *Journal of Agricultural Science* 128:311-322.
- Singh B., Prakash D., Dhakarey R. & Upadhyay G. (2009) Oxidative DNA damage protective activity, antioxidant and anti-quorum sensing potentials of *Moringa oleifera*. *Food Chem Toxicol*. pp. 47:1109–16.
- Ureña, M., D'Arrigo, M. & Girón, O. (1999). *Evaluación sensorial de los alimentos*. 1ª edición. Agraria. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima, Perú.

TI12-FUN-005-PM

**CARACTERIZACIÓN DE UN PRODUCTO TIPO JAMÓN DE PESCADO
ADICIONADO CON *Moringa oleifera* Y *Salvia hispanica* L.**

¹Cutz de Ocampo J.J., *¹López Gea, G., ²Gullian Klanian M., ¹Moo Huchin V.M., ¹Toledo López V.M.

¹Tecnológico Nacional de México/I.T. Mérida, Av. Tecnológico Km 4.5 S/N CP. 97118.

²Universidad Marista de Mérida Periférico Norte Tablaje Catastral 13941 Carretera Mérida-
Progreso CP.97300. Mérida, Yucatán, México. cutzeru@gmail.com,
vtoledo0811@gmail.com

FUNCIONALIDAD Y NUTRICIÓN, INVESTIGACIÓN POSGRADO MAESTRÍA

Resumen.

La producción nacional y regional de la Tilapia (*Oreochromis niloticus*) se ha incrementado en los últimos años. Aun cuando se considera un alimento de excelente valor proteico, el precio de comercialización del filete fresco es relativamente bajo, lo cual ha despertado el interés en desarrollar productos que otorguen valor agregado, volviendo el producto más competitivo a nivel comercial. El objetivo del presente trabajo fue elaborar y caracterizar un producto tipo jamón elaborado de filetes de tilapia adicionando componentes naturales como chía (*Salvia hispanica* L) y moringa (*Moringa oleifera*) con la finalidad de mejorar sus propiedades. Las hojas de moringa se deshidrataron y molieron. Las semillas de chía se molieron sin ser desengrasadas. Se realizaron 3 tratamientos: jamón sin harinas (control), y jamones conteniendo moringa y chía. Se evaluaron sus parámetros proximales (humedad, grasa, proteína, cenizas), sensoriales (olor, color, sabor, textura y aceptación), microbiológicos (psicrófilos, coliformes y *Salmonella* spp.), físico-químicos (A_w , capacidad de retener agua y pH) y antioxidantes (Fenoles totales, ABTS y DPPH), y la concentración de trimetilamina (TMA). Los resultados sensoriales demostraron mayor aceptación por el producto control y el que contiene chía. La calidad microbiológica fue aceptable para los tratamientos con chía y moringa, y ausencia de *Salmonella* en todos los productos. El



producto control presentó mayor concentración de TMA (8.13 ± 0.82 mg de TMA/100g) a comparación de los otros productos. El contenido de proteína fue adecuado para los 3 ensayos. Los valores fisicoquímicos (pH, Aw y CRA) fueron normales para productos cárnicos y de la pesca. La capacidad antioxidante de los productos es alta en los productos con moringa y chía (303.16 ± 6.1 y 1022 ± 7.9 mg AG/100g) de fenoles. El producto en sí puede ser una opción más de producto cárnico y los componentes naturales adicionados pueden ser incorporados en diferentes productos cárnicos. microbiología, antioxidantes.

Palabras clave: Jamón, tilapia, moringa, chía.

Introducción.

El pescado ha sido tradicionalmente un elemento popular de la alimentación de muchos lugares por su gran aporte de proteínas de origen animal, considerada de alto valor biológico. El cultivo de tilapia (*Oreochromis niloticus*) en Yucatán ha ido en aumento desde 2011 hasta la actualidad, produciendo 140 toneladas, las cuales se comercializan de manera local, nacional e internacional (Flores-Nava et al., 2016). La incorporación de sustancias de origen natural tiene diferente funcionalidad en el alimento; en el campo de la conservación, se adicionan compuestos vegetales que permitan aumentar la vida de anaquel del alimento, además de proveer diferentes metabolitos que aumenten propiedades benéficas al consumidor (Bochicchio et al., 2015).

Objetivo general.

Desarrollar un producto tipo jamón de pescado a partir de Tilapia (*Oreochromis niloticus*) adicionado con chía (*Salvia hispanica* L) y moringa (*Moringa oleifera*) y evaluar su composición proximal, potencial antioxidante y su calidad en función a indicadores químicos y microbiológicos.

Objetivos específicos.

(1) Elaborar el producto a base de filetes de tilapia (*Oreochromis niloticus*) con la adición de harina de moringa y chía y sus combinaciones; (2) Evaluar la composición nutrimental, fisicoquímica, microbiológica y sensorial del producto; (3) Evaluar la capacidad antioxidante de los productos tipo jamón.

Metodología.

Obtención de los ingredientes: La harina de moringa se obtuvo de las hojas que fueron seleccionadas, lavadas y secadas en una estufa a 90°C/1 h; se molieron en una licuadora hasta pulverizar y obtener la harina; se realizó una extracción con una sol. etanol/agua (80/20 ml) durante 3 h en agitación a temperatura ambiente; posterior a esto, se concentró en rotavapor a 50°C y presión de 40mb. La harina de chía fue proporcionada por la Fac. Ingeniería Química de la Universidad Autónoma de Yucatán. Los filetes de tilapia fueron adquiridos de la venta local de la especie en el mercado del puerto de Progreso, Yuc. Elaboración del producto tipo jamón: Los filetes de tilapia se sometieron a baños de agua fría con la finalidad de eliminar el olor característico, luego se trocearon y separaron los filetes. Se elaboraron 3 productos: control (carne de tilapia), CH (120g, 8%) harina de chía y M (45 ml extracto de moringa); todas las concentraciones se llevaron a un peso de 1.5kg de carne troceada de tilapia. Los productos pasaron 24 h en refrigeración (curación), luego se colocaron en moldes y se cocieron a 73-75°C/3 h; se aplicó un choque térmico en agua helada y permaneciendo luego en refrigeración por 24 h antes del desmolde. Análisis bromatológico: se utilizaron los métodos de la AOAC (2005) 934.01 (humedad), 940.25 (proteína), 942.05 (Cenizas), 954.02 (grasa cruda) y 962.09 (fibra cruda). Análisis microbiológico: El análisis de coliformes totales, fecales y *Escherichia coli* se realizó por el método de número más probable (NMP). Para Salmonella se empleó el método de presencia/ausencia y conteo de mesófilos en UFC/100g, según metodología de la AOAC 991.14 (2005), y los parámetros de la NOM-213-SSA1-2002 Productos cárnicos procesados, especificaciones sanitarias, métodos de prueba. Y la NOM-242-SSA1-2009 productos de la pesca, refrigerados, congelados y procesados. Evaluación sensorial: se usó una escala hedónica de 9 puntos con un panel de 53

jueces no entrenados, donde se evaluaron las características de color, olor, textura, sabor y agrado general (Ureña y D'Arrigo, 1999). Caracterización fisicoquímica: El pH y la capacidad de retención de agua se analizaron de acuerdo con el manual de análisis de calidad en muestras de carne de la SAGARPA (2011). La actividad de agua se midió utilizando un higrómetro de la marca AquaLab y la capacidad de retención de agua por el método de retener NaCl. Determinación de trimetilamina: Se determinó utilizando el método de picrato de Tozawa et al. (1970). Determinación de nitrógeno proteico y No proteico: Se utilizó el método de solubilización de nitrógeno proteico por medio de precipitación salina, digiriendo las muestras para eliminar la materia orgánica por medio de un catalizador de cobre/selenio (Landry et al., 2000). Determinación de antioxidantes: se utilizaron los métodos de fenoles totales de Sinlgeton y Rossi (1965), determinación de ABTS (ácido 2,2- azinobis (3-etilbenzotiazolín)-6-sulfónico) método de Qwele, (2013) y DPPH (1,1-difenil-2-picril-hidrazilo) método de Cai (2003).

Resultados.

Evaluación sensorial de los productos tipo jamón: Los productos Control, Chía y Moringa se presentan en la tabla 1, donde se puede observar que los productos fueron modificados sensorialmente por la adición de chía y moringa; se observa que la mayor aceptación es el que lleva chía que el de moringa, por la composición que tiene la hoja hace cambie características como color, sabor y textura del producto.

Tabla 1. Resultados de la evaluación sensorial de los productos cárnicos tipo jamón de pescado.

Productos	Color	Olor	Textura	Sabor	Agrado
Control	4.53 ± 1.3 ^a	6.85 ± 1.0 ^a	6.84 ± 1.0 ^a	6.85 ± 0.9 ^a	6.65 ± 1.0 ^a
Chía	6.8 ± 1.1 ^b	5.79 ± 1.5 ^b	5.97 ± 1.4 ^b	6.54 ± 1.2 ^a	6.83 ± 1.0 ^a
Moringa	5.93 ± 1.8 ^c	6.45 ± 1.1 ^a	5.92 ± 1.4 ^b	4.93 ± 1.3 ^b	5.44 ± 1.4 ^b

* Letras iguales significan que no hay diferencias estadísticamente significativas según la prueba de Duncan con un 95% de confianza por columnas, desviación estándar ±, n=51.

Caracterización bromatológica y nitrógeno proteico: Se puede observar en la tabla 2 que los productos presentan diferencias en los lípidos contenidos en el producto, siendo el de chía el que tiene un mayor contenido, al igual que nitrógeno pegado a proteínas y con un 9% de fibra contenidos en el producto.

Tabla 2. Concentración de psicrófilos de los productos cárnicos tipo jamón de pescado en un tiempo de almacenamiento de 3 meses en condiciones de refrigeración.

Determinación	Control	Chía	Moringa
Humedad (%)	79 ± 0.1 ^a	75 ± 0.1 ^b	79 ± 0.1 ^a
Lípidos (%)	10 ± 0.03 ^a	16 ± 0.02 ^b	9 ± 0.06 ^a
Cenizas (%)	1 ± 0.0 ^a	1 ± 0.0 ^a	1 ± 0.0 ^a
Fibra (%)	0	8.9 ± 0.1	0
ELN (%)	11 ± 0.0	7 ± 0.0	10 ± 0.0
Nitrógeno proteico mg/ 100g muestra	655.98 ± 52.07 ^a	811.58 ± 168.46 ^b	629.97 ± 68.9 ^{ab}

* Letras iguales significan que no hay diferencias estadísticamente significativas según la prueba de Duncan con un 95% de confianza por fila, desviación estándar ±, n=3

Caracterización fisicoquímica y microbiológica: Las características fisicoquímicas se presentan en la tabla 3 (actividad de agua, pH y capacidad de retención de agua). Se puede observar que el control tiene un pH más elevado y retiene más agua, por lo que hace que el producto tenga una textura diferente, a comparación del de moringa, que es más firme que el control o el de chía, que es el que retiene menos agua, por lo que lo hace más jugoso.

Tabla 3. Características fisicoquímicas de los productos tipo jamón de pescado.

Muestras	pH	Aw	CRA (ml de NaCl retenidos en 100 g)	TMA-N (mg)/100g de muestra
Control	8.16 ± 0.01 ^a	0.960	33 ± 1.1 ^a	8.13 ± 0.82 ^a
Moringa	7.39 ± 0.02 ^b	0.936	32 ± 1.1 ^a	2.39 ± 0.00 ^b
Chía	7.66 ± 0.00 ^c	0.946	28 ± 2.0 ^b	1.96 ± 0.08 ^b

* Letras iguales significan que no hay diferencias estadísticamente significativas según la prueba de Duncan con un 95% de confianza por columna, desviación estándar ±, n=3

El contenido microbiológico se presenta en la tabla 4, los productos según la NOM-213-SSA1-2002 y la NOM-242-SSA1-2009 los productos están dentro de norma, por lo que estos son inocuos para el consumidor y pueden ser consumidos y comercializados.

Tabla 4. Concentración microbiana en los productos tipo jamón de pescado (ufc/g).

Muestras	Coliformes Totales (NMP/g)	<i>E. coli</i>	<i>Salmonella sp.</i>	Mesófilos
Control	< 3	Ausencia	Ausencia	46
Moringa	< 3	Ausencia	Ausencia	6
Chía	< 3	Ausencia	Ausencia	63

Capacidad antioxidante: En la tabla 5 se observa que los productos contienen una capacidad antioxidante que puede ser beneficiosa para el producto en aspectos como la conservación de elementos constituyentes del mismo (lípidos y retardo de la peroxidación) o en cuestiones microbiológicas, evitando la aparición de patógenos o el retardo de los mismos organismos del producto, alargando su vida de anaquel.

Tabla 5. Capacidad antioxidante de los productos tipo jamón.

	Fenoles Totales (mg AG/100g)	DPPH (mg de TROLOX/100g)	ABTS (mg de TROLOX/100g)
Control	169.29 ± 15.5 ^a	94.76 ± 3.5 ^a	75.06 ± 1.0 ^a
Moringa	303.16 ± 6.1 ^b	129.94 ± 5.8 ^b	109.13 ± 0.9 ^b
Chía	1022.3 ± 7.9 ^c	211.24 ± 6.5 ^b	88.83 ± 0.6 ^c

Letras diferentes por columna significa que hay diferencias significativas ($p < 0.05$), \pm significa desviación estándar, $n = 3$

Conclusión.

Los productos tipo jamón elaborados de tilapia (*Oreochromis niloticus*) pueden ser aceptados en el mercado, pero con ciertas limitaciones, como la vida útil, ya que es altamente perecedero; por otro lado, la adición de componentes naturales como moringa y chía ayudan a este producto de diferentes maneras. El producto con chía dio resultados favorables en características sensoriales, físicas, contenido de grasa y proteína para el producto; el que fue



adicionado con moringa, presentó mejor capacidad antioxidante, microbiológica y TMA, por lo que ayudó al producto a nivel de compuestos. Esta opción podría ser una alternativa para productos cárnicos y da pauta a que se generen formulaciones que ayuden con los diferentes productos que se pretendan elaborar adicionando estos productos naturales.

Referencias.

- AOAC International. (2005). Official Methods of Analysis. Washington DC: Editorial AOAC International.
- Bochicchio, R., Philips, T. D., Lovelli, S., Labella, R., Galgano, F., Di Marisco, A., & Amato, M. (2015). Innovative crop productions for healthy food: the case of chia (*Salvia hispanica* L.). In The sustainability of agro-food and natural resource systems in the Mediterranean basin (pp. 29-45). Springer, Cham.
- Braña, D., Ramírez, E., Rubio, M., Sánchez, A., Torrescano, G., Arenas, M. & Ríos, F. (2011). Manual de análisis de calidad en muestras de carne. SAGARPA, Querétaro, Folleto técnico, ISBN, 978-607.
- Cai, Y., Sun, M., & Corke, H. (2003). Antioxidant activity of betalains from plants of the Amaranthaceae. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(8), 2288-2294.
- Elhadi, D. A., Elgasim, E. A., & Mohamed Ahmed, I. A. (2017). Microbial and oxidation characteristics of refrigerated chicken patty incorporated with moringa (*Moringa oleifera*) leaf powder. *CyTA-Journal of Food*, 15(2), 234-240.
- Flores-Nava, A., Villanueva-García, B. V., Vidal-Martínez, V., Olvera-Novoa, M. A., Alonso-Alemán, M., Arreguín-Sánchez, F., & Maldonado-Repetto, A. (2016). Diagnóstico de los sectores de la pesca y la acuicultura en el estado de Yucatán. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), Gobierno del Estado de Yucatán/Secretaría de Desarrollo Rural. Proyecto UTF/MEX/117, México.



- Gullian-Klanian, M. (2009) Manual Práctico para el análisis microbiológico y toxicológico de los alimentos. Universidad Marista de Mérida, México.
- Landry, J., Delhaye, S., & Damerval, C. (2000). Improved method for isolating and quantitating α -amino nitrogen as nonprotein, true protein, salt-soluble proteins, zeins, and true glutelins in maize endosperm. *Cereal Chemistry*, 77(5), 620-626.
- NOM-213-SSA1-2002. Productos y servicios. Productos cárnicos procesados. Especificaciones sanitarias. Métodos de prueba. Secretaría de Salud. México.
- NOM-242-SSA1-2009, Productos y servicios. Productos de la pesca frescos, refrigerados, congelados y procesados. Especificaciones sanitarias y métodos de prueba. Secretaría de Salud. México.
- Qwele, K., Hugo, A., Oyedemi, S. O., Moyo, B., Masika, P. J., & Muchenje, V. (2013). Chemical composition, fatty acid content and antioxidant potential of meat from goats supplemented with Moringa (*Moringa oleifera*) leaves, sunflower cake and grass hay. *Meat Science*, 93(3), 455-462.
- Tozawa, H., Enokibara, K., & Amano, K. (1970). Effect of dimethylamine on the value of trimethylamine determined by Dyer's method. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish*, 36(606), 3.
- Ureña, M., D'arrigo, M., & Girón, O. (1999). Evaluación sensorial de los alimentos. 1ª edición. Agraria. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima, Perú.
- Vázquez-Ovando, A., Rosado-Rubio, G., Chel-Guerrero, L. & Betancur-Ancona, D. (2009). Physicochemical properties of a fibrous fraction from chia (*Salvia hispanica* L.). *LWT-Food Science and Technology*, 42(1), 168-173.

TI12-FUN-009-PM

OLEORRESINAS DE COPRODUCTOS AGROINDUSTRIALES PARA MEJORAR LA ESTABILIDAD OXIDATIVA DE OLEOGELES DE CERA DE CANDELILLA Y DE CELULOSAS

¹Ferrer González Beatriz Mariel*, ¹Rodríguez Huevo María Eva, ¹Totosaus Alfonso

¹Planta Piloto y Laboratorio de Alimentos, Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec. México. Av. Central esq. Av. Tecnológico s/n, Ecatepec de Morelos 55210, Estado de México. mariel.hafziba@gmail.com

FUNCIONALIDAD Y NUTRICIÓN, INVESTIGACION POSGRADO MAESTRIA

Resumen.

El objetivo de este trabajo fue estudiar el efecto de las oleorresinas de cáscara de granada, cáscara de naranja o vaina de chícharo sobre la estabilidad oxidativa de dos oleogeles, uno de cera de candelilla y otro de una mezcla de celulosas, durante el almacenamiento en refrigeración. Se utilizó aceite vegetal de soya para elaborar los oleogeles de cera de candelilla (3%) y celulosas (□, etil y Avicel, 15%), incorporando 1% (v/v) de un extracto etanólico de cáscara de granada, cáscara de naranja o vaina de chícharo, más un control. Se monitoreó la rancidez oxidativa e índice de peróxido durante 60 días de almacenamiento. El efecto sobre la cristalización de los ácidos grasos se evaluó por calorimetría diferencial de barrido. Los oleogeles con oleorresinas tuvieron valores menores de rancidez oxidativa durante el almacenamiento, en comparación con el control. El índice de peróxido permaneció constante, lo que indica poca formación de hidroxiperóxidos. La interacción entre los componentes, sobre todo con cera, modificó la cristalización de ácidos grasos en la formación del oleogel, porque las oleorresinas de coproductos agroindustriales tienen la capacidad de actuar como antioxidantes para mejorar la estabilidad de oleogeles durante el almacenamiento y en el procesamiento de alimentos.



Palabras clave: extractos etanólicos, coproductos agroindustriales, oleogeles, estabilidad oxidativa.

Introducción.

Los oleogeles son sistemas dispersos coloidales de al menos dos componentes, son consistentes con el estado sólido, y tanto la fase dispersa (gelificante) como el medio de dispersión medio de dispersión deben extenderse continuamente a lo largo de todo el sistema (Marangoni y Garti, 2011). Durante su elaboración, la temperatura compromete la estabilidad de los ácidos grasos insaturados y poliinsaturados de los aceites vegetales comestibles utilizados. Un antioxidante natural puede ser añadido. Las oleorresinas extraídas de la cáscara de naranja con alto contenido de compuestos polifenólicos, del tipo flavanonas (Manthey y col., 2001). En cáscara de granada se han reportado antocianinas como catequina (Yasoubi y col., 2007). La vaina de chícharo contiene taninos y quercetina que son un tipo de grupos polifenólicos presentes en plantas y vegetales responsables de su actividad antioxidante (Hernández y col., 2015). La aplicación de compuestos fenólicos presentes en las oleorresinas de coproductos vegetales, pueden ser una alternativa para la conservación de alimentos que utilicen antioxidantes químicos como el BHT (hidroxi butil tolueno) o BHA (hidroxibutil anisol) evitando oxidaciones lipídicas y aumentando una vida de anaquel mayor.


Objetivo general.

Determinar el efecto de las diferentes oleorresinas de coproductos agroindustriales sobre la estabilidad oxidativa de dos tipos de oleogeles.

Objetivos específicos.

Evaluar el efecto de las oleorresinas de cáscara de naranja, granada y vaina de chícharo sobre la rancidez oxidativa y el índice de peróxido de oleogeles de aceite de soya reestructurados con cera de candelilla o celulosas.

Metodología.

Se usó aceite vegetal de soya Nutrioli (RAGASA, Monterrey) adicionando oleorresinas al 1% de concentración (v/v) de granada, naranja y chícharo, obtenidas por extracción líquido-sólido, utilizando un equipo Soxhlet y etanol (extracto etanólico) como solvente. El oleogel de celulosas se formuló a partir de aceite de soya y tres diferentes tipos de celulosas, de acuerdo con lo reportado por Totosaus y col. (2016). Se calentó el aceite en un vaso de precipitado en una parrilla de calentamiento y agitación hasta alcanzar una temperatura entre 40 a 50° C. Se adicionó Span 60 (Monoestereato de sorbitan) y se añadió la mezcla de las celulosas (etil-celulosa, -celulosa y Avicel®). La mezcla se calentó a una temperatura de 80°C, se aumentó la temperatura cada 10 min hasta alcanzar los 120° C dejando enfriar a temperatura ambiente. Para la formulación de oleogel de cera de candelilla (Bliss Nature, Ciudad de México) se siguió lo reportado por Toro-Vázquez y col. (2007). La dispersión de la cera (3%, v/v) en el aceite se realizó a 25°C, aumentando la temperatura hasta 90 °C por 20 min con agitación moderada, hasta que la cera se dispersó por completo, dejando enfriar a temperatura ambiente.

Se determinó la rancidez oxidativa mediante la metodología de Yun y Surh (2012), con 0.1 g de oleogel más mL de 1-butanol y 5 mL de una solución de ácido tiobarbitúrico al 0.2%, mezclando e incubando a 95 °C en un baño de agua durante 2 h. Se midió la absorbancia en un espectrofotómetro a 538nm, extrapolando en una curva estándar de 1,1,3,3-tetraetoxipropano (1×10^{-5} M). El índice de peróxido se determinó mediante el Método Oficial No. 965.33 de la AOAC. A 5 g de oleogel se añadieron 30 mL de una solución ácido acético-cloroformo (1:1) agitando ocasionalmente, más 0.5 mL de una solución saturada de KI y se dejó reposar. Finalmente, se añadieron 30 mL de agua destilada, se tituló con $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0.1 N. Se agregó 0.5mL de solución de almidón al 1% y se continuó con la titulación hasta que la coloración azul desapareció. Se reportó el índice de peróxidos como la cantidad expresada en miliequivalente de oxígeno activo por kg de muestra de peróxidos en la muestra que ocasionó la oxidación del yoduro potásico. La rancidez oxidativa e índice de peróxido se determinaron mediante las mismas condiciones de almacenamiento a temperatura ambiente durante 60 días.

Resultados.

Las muestras de oleogel que contenían oleorresina de cáscara de granada presentaron los valores menores de rancidez durante los primeros 15 días de almacenamiento, permaneciendo estables a partir de los 45 días. Los oleogeles de cera (fig. 1b) fueron más estables al presentar valores menores que los oleogeles de celulosas (fig. 1a). Para el índice de peróxido, los oleogeles sin oleorresina tuvieron valores más altos, sobre todo en los oleogeles elaborados con celulosas (fig. 1c). Durante el almacenamiento, los oleogeles de cera de candelilla fueron más estables (fig. 1d). La estabilidad oxidativa de los oleogeles siguió en siguiente orden: cáscara de granada> cáscara de naranja>vaina de chícharo>sin oleorresina.

Análisis.

En la estabilidad oxidativa de los oleogeles, se observó que el oleogel de cera de candelilla fue más estable que el oleogel de celulosas, esto debido a que la cera de candelilla tiene diversos componentes que actúan como pro antioxidantes (Toro-Vázquez y col, 2007). Otro factor que involucra inhibición de oxidación lipídica en los oleogeles, es la adición de oleorresinas de cáscara de granada y cáscara de naranja, que disminuyeron los valores de rancidez de los ácidos grasos del aceite. El control (sin oleorresina) para ambos oleogeles fue menos estable, por lo que el índice de peróxido para esta muestra fue mayor durante el almacenamiento. Definitivamente, la presencia de compuestos antioxidantes tiene un efecto antioxidante sobre los ácidos grasos del aceite utilizado en la elaboración de los dos diferentes oleogeles.

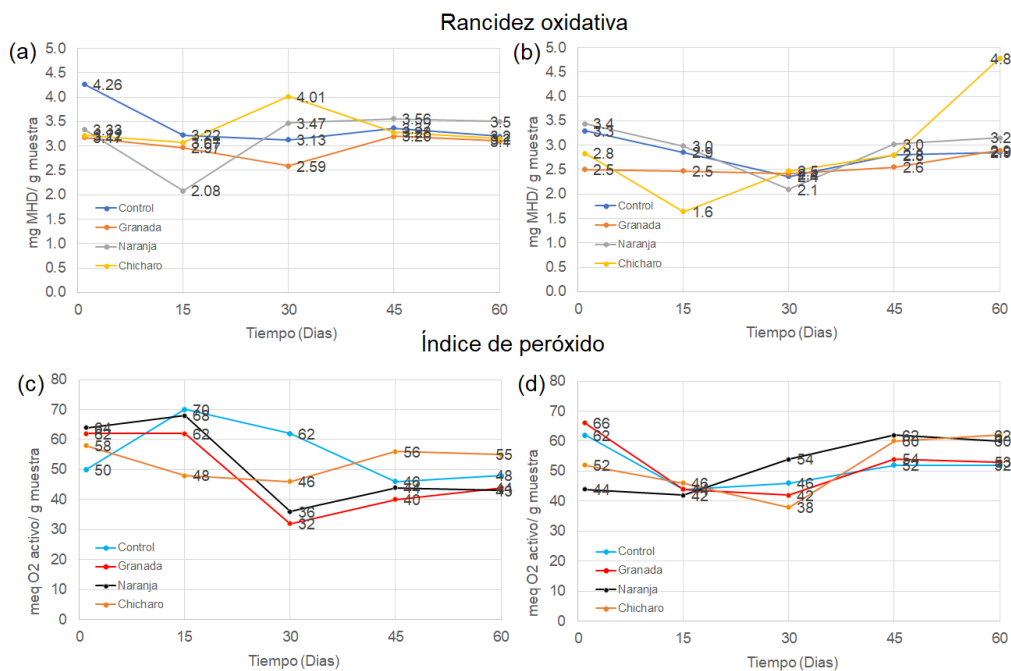


Figura 1. Valores de rancidez oxidativa e índice de peróxido para los oleogel elaborados con (a y c, respectivamente) celulosas o (b y d, respectivamente) cera de candelilla.

Conclusiones y/o recomendaciones.

Los extractos etanólicos de coproductos agroindustriales tienen la capacidad de actuar como antioxidantes para mejorar la estabilidad de oleogel durante el almacenamiento y en el procesamiento de alimentos.

Referencias.

AOAC 1999. Official Method 965.33: Peroxide value of oils and fats. Official Method of Analysis of AOAC International (16th Ed.), Washington, DC.

Hernández R., Anaya M., Marante O., Duarte C., Rodríguez L. 2015. Actividad antioxidante de la infusión de café mezclado con chícharo (*Pisum sativum* L.) como sucedáneo. Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Vol. 15, No. 1, pp: 18-21.



- Manthey, J.A., Grohmann, K. 1996. Concentrations of hesperidin and other orange peel flavonoids in citrus processing byproducts. *Journal of Agricultural Food Chemistry*. Vol. 44, pp: 811-814.
- Totosaus A, Fragoso M., Gonzalez-Gonzalez R. 2016. Influence of the type of cellulosic derivatives on texture, oxidative and thermal stability of soybean oil oleogel. *Grasas y aceites*. Vol. 67, No.3, pp: 1-10.
- Toro-Vázquez J.F, A. Morales-Rueda, E. Dibildox-Alvarado M. Charo Alonso, M. Alonzo-Macías M. M. Gonzalez-Chavez. 2007. Thermal and Textural Properties of Organogels Developed by Candelilla Wax in Safflower Oil. *J Am Oil Chem Soc*, Vol. 84, pp: 989–1000.
- Yasoubi P, Barzegar M, Sahari M and Azizi M. 2007. Total phenolic contents and antioxidant activity of pomegranate (*Punica granatum*) peel extracts. *Journal Agricultural Science Technology*. Vol. 9. pp: 35-42.
- Yun J. y Surh J. 2012. Fatty acid composition a predictor for the oxidation stability of korean vegetable oils with or without induced oxidative stress. *Preventive Nutrition and Food Science*. Vol 17, pp 158-165.

TI12-FUN-010-L

OLEOGEL DE CERA DE CANDELILLA COMO REEMPLAZO DE GRASA EN SALCHICHAS COCIDAS

¹Botello Pérez Aislinn Natali, ¹Hernández Domínguez Denys Aurora, ¹Toledo Octavio,
¹Totosaus Alfonso, ¹Ferrer González Beatriz Mariel *

¹Planta Piloto y Laboratorio de Alimentos, Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec. Av. Central esq. Av. Tecnológico s/n, Ecatepec de Morelos 55210, Estado de México. mariel.hafziba@gmail.com

FUNCIONALIDAD Y NUTRICIÓN, INVESTIGACION LICENCIATURA

Resumen.

La grasa es un componente importante en las salchichas que determina la textura y sabor del producto. Los oleogeles son una alternativa viable para incorporar aceites poliinsaturados para mejorar la estabilidad oxidativa y reducir el nivel de ácidos grasos saturados, sin afectar las propiedades fisicoquímicas, texturales y sensoriales de los alimentos. El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto de reemplazar la grasa dorsal de cerdo por oleogel de cera de candelilla sobre la textura, color y aceptación en salchichas cocidas. Se elaboraron salchichas de carne de cerdo con 20% de grasa, reemplazando esta por un oleogel de aceite de girasol y cera de candelilla. Se determinó la textura (análisis del perfil de textura), la humedad y humedad exprimible, color, rancidez oxidativa y aceptación sensorial de las salchichas después de 15 días de almacenamiento. Las salchichas formuladas con 20% de oleogel fueron más duras, pero menos cohesivas que las muestras control. Al incorporar oleogel, se incrementó la humedad total (46% contra 40%, en oleogel y control, respectivamente) y mejoró la retención de agua (35% contra 33%, en oleogel y control, respectivamente). Las salchichas con oleogel fueron más luminosas ($L^*=64$ contra 51 en control), con mayor tono de color ($H= 84$ contra 81 en control) y un color más vívido ($S= 24$ contra 20 en control), y una diferencia de color (ΔE) aceptable (<6). Las muestras con oleogel tuvieron valores menores de rancidez oxidativa. Para los consumidores, las salchichas con oleogel no tuvieron

diferencia en los atributos sensoriales ni aceptación general en comparación con las salchichas control. Los resultados indican que un oleogel de cera de candelilla puede ser empleado como reemplazo de grasa en salchichas cocidas, para reducir la proporción de grasas saturadas e incrementar los ácidos grasos poliinsaturados, mejorando la calidad nutricional de este tipo de productos cárnicos.

Palabras clave: salchichas, reemplazo de grasa, oleogel, análisis del perfil de textura.

Introducción.

Los aceites vegetales, los lípidos comestibles más importantes del mundo, carecen de las propiedades funcionales requeridas para satisfacer las demandas de los consumidores de textura y estabilidad a la oxidación en los productos alimenticios. Para lograr estas propiedades funcionales, la industria alimentaria se basó durante mucho tiempo, principalmente en grasas animales, y en menor proporción, en aceites vegetales mezclados (es decir, estearinas) o aceites vegetales con alta concentración de triglicéridos saturados (es decir, aceite de coco, aceite de palma). Desafortunadamente, los estudios clínicos establecieron que el consumo de grasas animales o aceites vegetales ricos en ácidos grasos saturados (es decir, ácido palmítico y láurico) no es deseable, debido a su efecto colesterolémico en los seres humanos, con el consiguiente aumento del riesgo de enfermedades cardiovasculares. Una alternativa saludable y novedosa para sustituir las grasas saturadas y trans de la alimentación, podría ser el uso de oleogeles elaborados con aceites de elevada calidad nutricional (Toro-Vázquez y col., 2007).

Objetivo general.

Estudiar el efecto de reemplazar la grasa dorsal de cerdo por oleogel de cera de candelilla en las propiedades texturales, color y aceptación de salchichas cocidas.

Objetivos específicos.

Evaluar el reemplazo de lardo de cerdo por oleogel de cera de candelilla sobre la textura, vía un análisis del perfil de textura, color (luminosidad, tonalidad, cromaticidad y diferencia de color) y aceptación sensorial.

Metodología.

El oleogel se preparó disolviendo 3% (p/v) de cera de candelilla en aceite de soya, formando un gel al enfriar. Las salchichas se elaboraron con carne magra de cerdo (50%) mezclada con sal (2%), fosfatos para salchicha (0.3%) y sal cura (0.3%) y la mitad del hielo en un procesador de alimentos. A la mezcla se le añadió el lardo congelado (20%) o el oleogel congelado (20%), más almidón de maíz (10%) y el resto de hielo. Se mezcló hasta tener una pasta homogénea y se embutió en funda de celulosa de 20 mm de diámetro para ser cocida en baño de agua a 80°C durante 20 min. Se enfrió en baño de hielo y se empacaron al vacío hasta su posterior análisis. Se elaboraron dos lotes de cada tratamiento. Se llevó a cabo un análisis del perfil de textura de las muestras con un texturómetro LFRA 4500 Brookfield, equipado con una celda de carga de 4500 g. Las muestras fueron cortadas en cilindros de 20 mm de alto y comprimidas un 50% en una celda de acrílico de 25 mm de diámetro a una velocidad de 1 mm·s⁻¹. Los parámetros medidos de la curva fuerza-tiempo fueron los siguientes: dureza (fuerza necesaria para alcanzar la deformación), resorteo (altura que recupera la muestra después de ser deformada) y cohesividad (fuerza del cuerpo para conservar su forma después de la deformación) (Szczesniak, 1963; Bourne, 1978). Se midió la humedad total por el método oficial de prueba N°. 950.46 de la AOAC (1999), secando las muestras por 12 h a 110 °C. La humedad exprimible se reportó como el porcentaje de agua liberada después de centrifugar las muestras de salchichas (Jauregui y col., 1981). El color se determinó en escala CIE-Lab utilizando la aplicación Color Analysis para Android OS (Research Lab Tools, San Pablo, Brasil), midiendo el color interno de las muestras rotando 90 ° para reportar el promedio de los valores L* (luminosidad), a* (componente rojo) y b* (componente amarillo). Con esos valores se calculó el matiz ($H = \tan^{-1} a/b$), la tonalidad ($S = [a^2 + b^2]^{1/2}$) y la diferencia total de color ($\Delta E = [(L^*c - L^*o)^2 + (a^*c - a^*o)^2 + (b^*c - b^*o)^2]^{1/2}$),

con respecto al control. La rancidez oxidativa se determinó con la metodología de Zipser y Watts (1962), utilizando sulfanilamida y ácido tiobarbitúrico y extrapolando los valores de absorbancia en una curva de tetraetoxipropano para reportar los mg de malonaldehído por g de muestra. Para la prueba de aceptación sensorial con potenciales consumidores de salchicha, se utilizó una escala hedónica de 10 cm de largo con un ancla al extremo izquierdo marcada como “me disgusta bastante”, y un ancla al extremo derecho marcada como “me gusta bastante”. A un total de 30 participantes (18♀/12♂, 25-40 años). marcaron sobre la línea su percepción personal, entre “me disgusta bastante” y “me gusta bastante”, para los atributos de color, aroma, textura, sabor y aceptación general (Clark & Johnson, 2002).

Resultados.

La figura 1a muestra los resultados del análisis del perfil de textura. La incorporación de oleogel para reemplazar el lardo aumentó la dureza y resorteo de las salchichas, pero con menor cohesividad que las muestras control. La figura 1b muestra los resultados de color, donde las salchichas con oleogel fueron más luminosas (L^*), con mayor tono de color (H) y un color más vívido (S), y una diferencia de color aceptable (<6 , $\Delta E = 5.53$). La humedad de las salchichas con oleogel fue mayor (46.23%) en comparación con las salchichas control con lardo de cerdo (40.25%). La humedad exprimible disminuyó en las salchichas con oleogel (33.21 contra 35.02%, respectivamente). Del mismo modo, las muestras con oleogel fueron más estables a la oxidación de lípidos, presentando 0.177 mg de malonaldehído/g contra 0.462 en las muestras con lardo de cerdo.

Las muestras con oleogel tuvieron valores menores de rancidez oxidativa. Para los consumidores, las salchichas con oleogel no tuvieron diferencia en los atributos sensoriales ni aceptación general en comparación con las salchichas control. En el análisis sensorial se encontró que la diferencia entre la aceptación de las muestras con oleogel y las muestras con lardo no fue diferente, es decir, ambas muestras tuvieron la misma aceptación (Tabla 1).

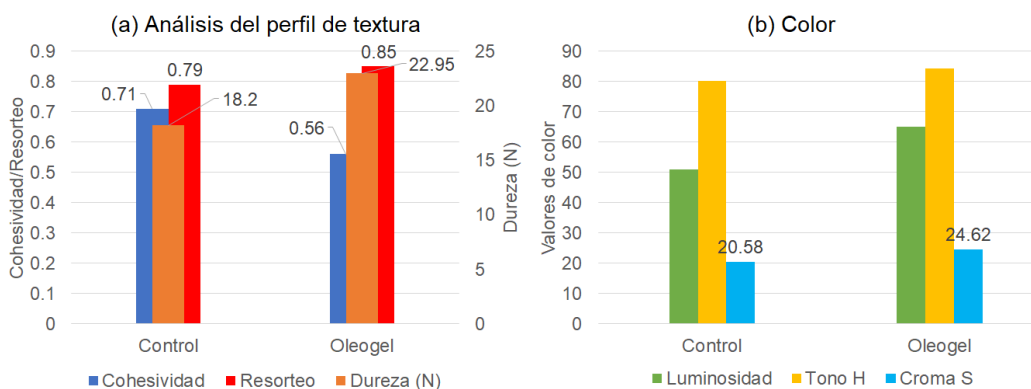


Figura 1. Resultados del análisis del perfil de textura (a) y de los parámetros de color (b) para las diferentes formulaciones.

Tabla 1. Valores medios de aceptación entre las salchichas con oleogel como reemplazo de grasa y las salchichas control con lardo de cerdo.

Atributo	Media oleogel	Media control	Diferencia
(a)Color	6.00	5.25	0.75
(b)Aroma	5.27	4.67	0.60
(c)Textura	6.97	8.08	1.11
(d)Sabor	7.17	7.00	0.17
(e) Aceptación general	6.42	6.36	0.06

Análisis.

El reemplazo del lardo de cerdo (células adiposas, principalmente) afectan el balance de las interacciones entre las proteínas de la carne y los demás componentes de la formulación, como las grasas y lípidos en la formación de la emulsión cárnica, debido a que el oleogel se compone prácticamente de ácidos grasos insaturados. Uno de los principales cambios es el patrón de dispersión de la fase grasa en la matriz de proteína (el lardo es una estructura muy dura, por lo que este tipo de texturas son más suaves, la dispersión del oleogel resulta en



mayor dureza, pero con menor cohesividad, esto es, que la muestras, a pesar de necesitar más fuerza para ser mordidas, se desintegran más fácilmente al masticar (Toledo y col., 2016). Esta diferencia en el patrón de dispersión de la grasa también explica los cambios en el color (Wolfer y col., 2018). Sin embargo, estos cambios no son percibidos por los consumidores, al no tener diferencia en la apreciación y aceptación sensorial.

Conclusiones y/o recomendaciones.

Los resultados indican que un oleogel de cera de candelilla puede ser empleado como reemplazo de grasa en salchichas cocidas para reducir la proporción de grasas saturadas e incrementar los ácidos grasos poliinsaturados, mejorando la calidad nutricional de este tipo de productos cárnicos.

Referencias.

- AOAC. (1999). Official Method 950.46: Moisture in meat. Official Methods of Analysis of AOAC International. 16th Edition, AOAC International, Washington D.C.
- Bourne, M. C. 1978. Texture Profile Analysis. Food Technology 32 (7): 62-66, 72
- Clark, R., & Johnson, S. (2002). Sensory acceptability of foods with added lupin (*Lupinus angustifolius*) kernel fiber using pre-set criteria. Journal of Food Science, 67(1), 356-362.
- Jauregui, C. A., Regenstein, J. M., & Baker, R. C. (1981). A simple centrifugal method for measuring expressible moisture, a water binding property of muscle foods. Journal of Food Science 46: 1271–1273.
- Szczesniak, A.S. 1963. Classification of Textural Characteristics. Journal of Food Science (28): 385-389



- Toledo, O.; Centurión-Hidalgo D.; Fragoso M. 2016. Efecto sobre la textura instrumental al utilizar un oleogel como reemplazo de grasa en salchichas cocidas. *Nacameh* 10 (1): 17-26.
- Toro-Vázquez J.F, A. Morales-Rueda, E. Dibildox-Alvarado M. Charo Alonso, M. Alonzo-Macías M. M. Gonzalez-Chavez. 2007. Thermal and Textural Properties of Organogels Developed by Candelilla Wax in Safflower Oil. *J Am Oil Chem Soc*, Vol. 84, pp: 989–1000.
- Wolfer TL, Acevedo NC, Prusa KJ, Sebranek JG, Tarté R. Replacement of pork fat in frankfurter-type sausages by soybean oil oleogels structured with rice bran wax. *Meat Science*, 145, 352-362
- Zipser M.; Watts B. (1962). A modified 2-tiobarbituric acid (TBA) method for determination of malonaldehyde in cured meats. *Food Technology*. 17(7).102-104.

TI12-FUN-011-PD

**EFFECTO DEL CONSUMO DE UN EXTRACTO FIBROSO DE STEVIA
REBAUDIANA SOBRE LOS NIVELES DE GLICEMIA POSTPRANDIAL EN
SUJETOS SANOS**

¹Barbosa Martín Enrique, ²Zarza García Addy Leticia, ²Torres Zapata Ángel Esteban,
²Moguel Juan Eduardo, ²Rodríguez Rosas Cristina, ²González Hernández Maricela,
³Lizárraga Medina María José*

¹Universidad Nacional Autónoma de México. ²Facultad Ciencias de la Salud. Universidad
Autónoma del Carmen. Av. 56 N° 4 Esq. Avenida Concordia Col. Benito Juárez. CAMPUS
3. Cd. del Carmen, Camp. ³Universidad Vizcaya de las Américas Campus Mérida.

adyzarza@yahoo.com.mx*

FUNCIONALIDAD Y NUTRICIÓN, INVESTIGACIÓN POSGRADO DOCTORADO

Resumen.

Los tallos de la stevia (*Stevia rebaudiana*), considerados desechos, son buena fuente de fibra (Atteh et al., 2011); pudieran utilizarse para desarrollar alimentos funcionales, para la regulación de la ingesta energética y la reducción de la absorción intestinal de nutrimentos, desplazando así la energía disponible. El objetivo fue evaluar el efecto del consumo de un extracto fibroso de *Stevia rebaudiana* sobre los niveles de glicemia postprandial en sujetos sanos. Investigación de tipo experimental, longitudinal, descriptivo, acorde a la declaración Helsinki. Para la valoración clínica y antropométrica de los participantes, se utilizó una historia clínica y escáner de composición corporal. A los sujetos de estudio, se les determinó glucosa basal (tiempo 0); posteriormente se les administró 5 g de extracto fibroso obtenido de tallos de stevia (B.S.) disueltos en 250 ml de agua. A los 30 minutos se realizó la primera extracción sanguínea y posteriormente a los 45, 60, 90, 75 y 120 minutos; determinando en cada punto la glucosa postprandial (método enzimático de glucosa-oxidasa). Como control, se consideró el consumo de 75 g de glucosa anhidra disueltos en agua, en el mismo grupo



experimental, pero en diferente momento. Se realizó una t-Student (SPSS). Participaron 16 mujeres sanas (edad: 21-28 años, talla: 158.1±5.9, peso: 54.20±9.6, IMC: 24±3.9, masa grasa: 26.6±7.7 y masa libre de grasa: 43.3±3.2). La determinación de respuesta glicémica mostró significativas diferencias entre la respuesta glicémica antes del consumo de la glucosa anhidra ($\bar{x}=89\text{mg/DL}$) y del extracto fibroso ($\bar{x}=84\text{mg/DL}$), y a los 120' la $\bar{x}=129\text{mg/DL}$ (alimento de referencia) y $\bar{x}=97\text{mg/DL}$ (extracto fibroso). Los resultados muestran que el alimento de referencia obtuvo datos de glucosa mayores a los del extracto fibroso. El extracto fibroso de tallos de *Stevia rebaudiana*, por su alto contenido de fibra dietética, favorece la respuesta glicémica en individuos sanos, en comparación con una dosis de glucosa de referencia.

Palabras clave: *Stevia rebaudiana*. fibra dietética, extracto fibroso, efecto postprandial

Introducción.

El estado postprandial (del latín pos-prandium) se define como el periodo siguiente al consumo de alimentos; por lo tanto, la glucemia y la lipemia postprandial se refieren a la variación en las concentraciones plasmáticas de glucosa y de lípidos, respectivamente, después de las comidas. Las evidencias científicas muestran el papel del estado postprandial anormal como factor contribuyente en el desarrollo de aterosclerosis (Gerstein –Yusuf, 1996; Zilvermit DB, 1979). Evidencias científicas ponen de manifiesto el papel de la fibra en el control protector contra enfermedades cardiovasculares, así como en la disminución de la concentración sérica postprandial de glucosa y de insulina, tanto en los individuos sanos como en los que padecen de DM; el mecanismo se explica por el aumento de la viscosidad del contenido de nutrientes en el intestino delgado, lo cual retarda la difusión de la glucosa hacia el borde ciliado de la mucosa intestinal; la unión de la glucosa a la FD y disminución de su disponibilidad para la absorción; y la inhibición de la acción de la α -amilasa sobre el almidón (Higgins, 2004). Los tallos de la stevia (*Stevia rebaudiana*), considerados desechos, son buena fuente de fibra (Atteh et. al., 2011) y pudieran utilizarse para desarrollar alimentos funcionales.

Objetivo general.

Evaluar el efecto del consumo de un extracto fibroso de *Stevia rebaudiana* sobre los niveles de glicemia postprandial en sujetos sanos.

Objetivos específicos.

1) Realizar la caracterización antropométrica y clínica de la población de estudio. 2) Estimar la respuesta glucémica postprandial del extracto fibroso y de la glucosa anhidra disueltos en agua en sujetos sanos.

Metodología.

Tipo de Investigación. Investigación de tipo experimental, longitudinal, descriptivo, realizado con condiciones éticas de consentimiento y confiabilidad. Para la valoración clínica y antropométrica de los participantes, se utilizó una historia clínica y escáner de composición corporal, respectivamente. Población de estudio. La población de estudio fue conformada específicamente por 16 mujeres sanas con índices de masa corporal normales ($20-25 \text{ kg/m}^2$) que acudían al laboratorio de Evaluación del estado nutricional de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Licenciatura en Nutrición y que aceptaron participar. Condiciones Éticas. Se siguieron los lineamientos de la Declaración de Helsinki (Asociación Médica Mundial, 2013), se redactó una carta de consentimiento informado, con carácter confidencial garantizando. Instrumentos: a) Expediente clínico-dietético y b) Datos bioquímicos obtenidos de la toma sanguínea en los diferentes tiempos. A los sujetos de estudio se les determinó glucosa basal (tiempo 0); posteriormente, se les administró 5 g de extracto fibroso obtenido de tallos de stevia (B.S.) disueltos en 250 ml de agua. A los 30 minutos se realizó la primera extracción sanguínea y posteriormente a los 45, 60, 75, 90 y 120 minutos; determinando en cada punto la glucosa postprandial (método enzimático de glucosa-oxidasa). Como control se consideró el consumo de 75 g de glucosa anhidra disueltos en agua, en el mismo grupo experimental, pero en diferente momento. Análisis estadístico. El análisis estadístico se realizó por t-Student, con ayuda del programa estadístico SPSS Versión 20 (statistical product and service solutions); en este programa se analizaron los datos



del estado nutricional de los participantes, al igual que todos los datos se capturaron en una base de datos en Excel. La media y desviación estándar de las glucosas, tanto en ayuno como las postprandiales, fueron las variables que se analizaron para determinar las diferencias de la investigación.

Resultados.

La evaluación se llevó a cabo en 16 voluntarias adultas sanas (Tabla 1). De acuerdo a las características generales, se observa que la edad media fue de 22.62 años. En relación al peso, la media fue de 54.20 kg, y para la talla se obtuvo una media de 158.62 cm.

Tabla 1. Características generales de la población.

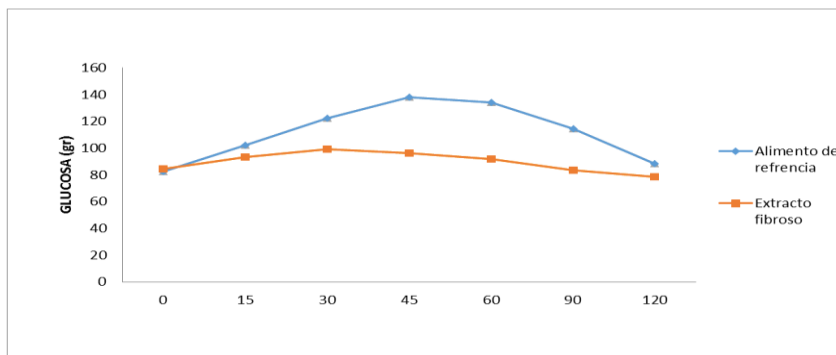
Datos	□	V. Min	V. Max	D.E
Edad (A)	22.62	21	28	2.02
Peso (Kg)	54.20	41.20	77	8.83
Talla (Cm)	158.62	147	178	8.04
IMC (Kg/m ²)	21.34	19	24.30	1.60
□ = media, V. Min =valor mínimo, V. Max= valor máximo, D.E= Desviación estándar.				

Fuente: Elaboración propia, 2019.

El estado nutricional de la población, el 100% presentó un peso normal, de acuerdo al IMC propuesto por la OMS (2018). En los resultados se obtuvieron una media de 21.34 kg/m², el valor mínimo fue de 19 kg/m² y el valor máximo de 24.30 kg/m² y en cuanto a la desviación estándar fue de 1.60.

En la gráfica No. 1 se observan diferencias en cuanto a la respuesta glicémica de glucosa anhidra y el extracto fibroso. La media más alta fue en el minuto 45 (138.06 g de glucosa)

del alimento de referencia, la media más baja fue en el minuto 30 perteneciendo al extracto fibroso. Se puede observar en la gráfica que el alimento de referencia obtuvo datos de glucosa mayores a los del extracto fibroso; esto significa que el producto de investigación logró controlar la respuesta glucémica de las personas de prueba.



Gráfica N° 1. Media de las cargas de glucosa

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Análisis.

La respuesta glicémica de este estudio fue significativa; antes del consumo, la media del alimento de referencia fue de 89mg/DL en el minuto 15; con el extracto fibroso fue menor (84mg/DL), y a los 120 minutos fue de 129mg/DL (alimento de referencia), y 97mg/DL (extracto fibroso); los resultados mostrados fueron similares al ensayo reportado por Ruiz et al. (2015). En el estudio reportado por Antón et al. (2010), los resultados fueron óptimos en el minuto 20 después de la sobrecarga de la stevia; las evidencias demuestran que hay una disminución notable de la glucosa; en los diferentes estudios, existen resultados positivos que referencian que el extracto de estevia puede ser utilizado para la incorporación en alimentos. En el estudio de Ruiz et al. (2015) se utilizaron 3 diferentes formulaciones :25%, 50% y 75% del extracto de stevia, en nuestro estudio se utilizaron 5 gramos de extracto y se obtuvieron resultados similares, reduciendo la glucemia en las personas de estudio. Sin embargo, para el estudio de Antón et al. (2010), no se muestra la formulación utilizada de stevia para la elaboración de su producto. Estudios específicos mediante la administración de 6 g de goma



agar parcialmente hidrolizada (fibra soluble) en cada comida por 12 meses, redujo significativamente los niveles de glucosa postprandial en el plasma y los triglicéridos; la Asociación Americana de Diabetes recomienda el consumo de 20 a 25 g/ día en personas saludables y hasta 50g/día en personas con Diabetes; sin embargo, las cantidades presentan limitaciones en la palatabilidad (Vilcanqui y Vílchez, 2017).

Conclusiones:

El extracto fibroso de tallos de *Stevia rebaudiana*, posee un alto contenido de fibra; los resultados obtenidos en este estudio, validan y aportan información científica acerca del consumo de fibra dietética en la dieta, su ingestión favorece sobre la respuesta glicémica en individuos sanos, en comparación con alimentos de referencia.

Referencias.

- Asociación Médica Mundial (2013). Declaración de Helsinki de la AMM: Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos. Acceso el 02 de enero de 2015. Disponible en: <https://www.wma.net/es/policias-post/declaracion-de-helsinki-de-la-amm-principios-eticos-para-las-investigaciones-medicas-en-seres-humanos/>
- Anton, S. D., Martin, C. K., Han, H., Coulon, S., Cefalu, W. T., Geiselman, P., y Williamson, D. A. (2010). Effects of stevia, aspartame, and sucrose on food intake, satiety, and postprandial glucose and insulin levels. *Appetite*, 55(1), 37-43. doi: 10.1016/j.appet.2010.03.009.
- Atteh J, Onagbesan O, Tona K, Buyse J, Decuypere E and Geuns J. (2011). Potential use of *Stevia rebaudiana* in animal feeds. *Archivos de Zootecnia*. 60(229); 133-136.
- Gerstein HC, Yusuf S. (1996). Dysglycaemia and risk of cardiovascular disease. *Lancet*. 347: 949-950.
- Higgins JA. (2004). Resistant starch metabolic effects and potential health benefits. *J AOAC Int*. 87(3):761-8



Organización mundial de la salud. (2018, February 16). Obesidad y sobrepeso. Retrieved from: <http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>

Ruiz, J. C., Moguel, Y. B., Matus, A. J., y Segura, M. R. (2015). Antidiabetic and antioxidant activity of *Stevia rebaudiana* extracts (Var. Morita) and their incorporation into a potential functional bread *Journal of Food Science and Technology*, 52(12), 7894-7903. Doi: 10.1007/s13197-015-1883-3

Zilversmit DB. Atherogenesis a postprandial phenomenon. *Circulation* (1979). 60: 473-485

TI12-FUN-012-L

DESARROLLO DE UN HOT CAKE CON HARINA DE NOPAL

¹Mendoza Sosa Vanessa G, ¹Estrella Barrón Raquel, ¹Zarza García Addy L.*, ²Toledo López Víctor M., ¹Zúñiga Juárez Margarita, ¹Escobar Puentes Abraham, ¹Solís Cardouwer Olga S.

¹Facultad Ciencias de la Salud. Universidad Autónoma del Carmen. Av. 56 N° 4 Esq. Avenida Concordia Col. Benito Juárez. CAMPUS 3. Cd. del Carmen, Cam.. ²División de Estudios de Posgrado e Investigación. Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Mérida. Km. 5 carretera Mérida-Progreso. Mérida, Yuc.
restrella@pampano.unacar; adyzarza@yahoo.com.mx

FUNCIONALIDAD Y NUTRICIÓN, INVESTIGACIÓN LICENCIATURA

Resumen.

Diseñar un alimento funcional requiere la evaluación de la composición nutricional y la aceptación del consumidor, entre otros estudios, que le otorguen validez científica. El desarrollo de un Hot cake elaborado con harina de nopal, por su alto aporte en fibra y otros nutrimentos, es una opción con beneficios para la salud. El objetivo fue el desarrollo y análisis químico-proximal y sensorial de un Hot cake con harina de nopal. Se seleccionaron nopales grandes, firmes y sanos, los cuales se lavaron, desinfectaron, deshidrataron y trituraron; posteriormente, se elaboraron 2 tipos de Hot cake, uno con harina de trigo (Control) y el otro con una mezcla de harina de trigo (40%) y harina de nopal (60%) (Tratado), adicionándole a cada uno leche, mantequilla y huevos. A los 2 productos se les evaluó su contenido nutrimental mediante el análisis químico proximal (AOAC, 2005). En el análisis sensorial (60 panelistas) se utilizó una escala hedónica de 9 puntos (1 “me disgusta extremadamente” y 9 “me gusta extremadamente”). El análisis proximal del Hot cake con harina de nopal mostró diferencia significativa en el contenido de Humedad (51.42 ± 0.90), proteínas (6.70 ± 0.07), grasas (10.92 ± 1.95), carbohidratos totales (28.30 ± 0.41) y cenizas (2.66 ± 0.11) con respecto al control; el valor calórico fue menor en el Hot cake con harina de



nopal (238.2 kcal/100 g) que el del Hot cake control (278.4(kcal/100 g) comercial. Los resultados del análisis sensorial, mostraron que no hubo diferencia significativa entre el Hot cake control y el Hot cake con harina de nopal. El análisis químico proximal y sensorial del Hot cake formulado con harina de nopal sugiere el prototipo de un nuevo producto tradicional con atributos de calidad mejorada que los del mercado, su contenido de fibra, ausencia de azúcar y bajo valor calórico podrían ser una opción saludable para personas diabéticas y obesas.

Palabras clave: Alimento funcional, nopal, fibra.

Introducción.

Las enfermedades cardiovasculares son un problema de salud pública a nivel mundial y México no es la excepción. En el 2014, las defunciones por ECV en el estado de Campeche son en total 121,427, siendo en Hombres (64,038) y mujeres (57,388) (INEGI, 2017).

Son diversas las intervenciones que se realizan en la población que la padece; desde atención médica hasta la intervención nutricional; con base en esto último, diversos estudios sobre componentes naturales en los alimentos (nutraceúticos) han demostrado que ejercen un efecto protector (antioxidantes) sobre las partículas de los lípidos de baja densidad. Otro de los beneficios de consumir este grupo de compuestos, consiste en que tienen un efecto sobre la disminución de niveles de colesterol en pacientes con niveles altos de colesterol.

Existen alimentos que, al combinarlos, proporcionan una buena fuente de fibra; uno de estos es el nopal. La preparación de Hot cake con harina de nopal, proporciona una buena fuente biodisponible de fibra y otros nutrimentos, es una opción con beneficios para la salud.

Objetivo general. Desarrollar un Hot cake con fibra de nopal con beneficios a la salud.

Objetivos específicos.

1) Desarrollar la formulación del Hot cake y comparar con el control. 2) Evaluar las características química proximal y sensorial de un Hot cake con nopal.

Metodología.

Elaboración del Hot cake. Se seleccionaron nopales grandes, firmes y sanos, se lavaron, desinfectaron, deshidrataron en un deshidratador de alimentos (Nesco) y se trituraron (licuadora); posteriormente, se elaboraron 2 tipos de Hot cake, uno con harina de trigo (Control) y el otro con una mezcla de harina de trigo (40%) y harina de nopal (60%) (Tratado), adicionándole a cada uno leche entera, mantequilla sin sal y huevos.

Análisis Químico. A los 2 productos se les evaluó su contenido nutricional mediante el análisis químico proximal de acuerdo a la metodologías de la AOAC (2005): Humedad (Método 925.09), determinada por pérdida de peso después de secar en estufa a 105°C durante 4 h, Cenizas (Método 923.03), calculado después de incinerar la muestra a 550°C durante 4 h, Grasa cruda o extracto etéreo (Método 920.39), obtenido de extraer la muestra durante 4 h con éter de petróleo en un sistema Soxhlet, Proteína cruda (Método 954.01), realizado por el método Kjeldahl, que consiste en la digestión ácida y destilación alcalina de la muestra, usando 6.25 como factor de conversión de nitrógeno a proteína, Fibra cruda (método 962.09), residuo insoluble que se obtuvo después de someter la muestra a digestión ácida y alcalina, y Carbohidratos totales o Extracto Libre de Nitrógeno (ELN), calculado por diferencia al 100% del resto de los componentes.

Análisis Sensorial. El análisis sensorial se realizó con 60 panelistas, utilizando una prueba afectiva, con una escala hedónica, estructurada con nueve puntos descriptivos, en las que se puntualizó la característica de agrado (1 “me disgusta extremadamente” y 9 “me gusta extremadamente”). Dicha escala contó con un indicador del punto medio (5 puntos) con el fin de proporcionarle a cada juez consumidor la facilidad de encontrar un punto de indiferencia al producto en cuestión (Anzaldúa, 1994). Los puntos superiores a 5 indicaron niveles de agrado; ligeramente agradable (6), moderadamente agradable (7) y muy agradable (8) y extremadamente agradable (9); los puntos menores de 5 se refirieron a niveles de desagrado, moderadamente desagradable (3), muy desagradable (2) y extremadamente desagradable (1). Así, 60 jueces no entrenados evaluaron los atributos de color, sabor, textura, olor, esponjosidad y aceptación general.

Resultados.

Los resultados del análisis químico proximal de los Hot cake (control y tratado) (harina de nopal), se muestran en la Tabla N° 1, donde se observó que el Hot cake con harina de nopal mostró diferencia significativa ($p < 0.05$) en el contenido de Humedad (51.42 ± 0.90), proteínas (6.70 ± 0.07), grasas (10.92 ± 1.95), carbohidratos totales (28.30 ± 0.41) y cenizas (2.66 ± 0.11) con respecto al Hot cake control; el valor calórico fue menor en el Hot cake con harina de nopal ($238.28 \text{ kcal}/100 \text{ g}$) que el del Hot cake control ($278.3 \text{ kcal}/100 \text{ g}$).

Con respecto al porcentaje de Fibra, el Hot cake control obtuvo un valor del 2% mayor (19.32%), que el Hot cake con nopal (17.28%), esto es porque el contenido de fibra entre el trigo y el nopal es similar.

Tabla N° 1. Análisis Químico Proximal (100 g de muestra).

Análisis	Hot cake control PROMEDIO/D.E.(%)	Hot cake tratado PROMEDIO/D.E.(%)
Humedad	46.31 ± 2.32	51.42 ± 0.9
Proteínas	5.76 ± 0.08	6.70 ± 0.035
Grasas	14.32 ± 0.05	10.92 ± 1.95
Carbohidratos totales	31.62 ± 0.7	28.30 ± 0.07
Fibra	19.32 ± 0.04	17.28 ± 0.51
Azúcares totales	12.30 ± 0.42	11.01 ± 0.234
Cenizas	1.99 ± 0.33	2.66 ± 0.011
Calorías (kcal/100 g)	278.3	238.28
Calorías (kcal/g)	2.78	2.38

Los resultados del análisis sensorial, mostraron que no hubo diferencia significativa entre el Hot cake control y el Hot cake con harina de nopal en relación al grado de aceptación, pero entre ambos se demostró que los atributos evaluados estuvieron por arriba del punto de indiferencia (Fig.1).

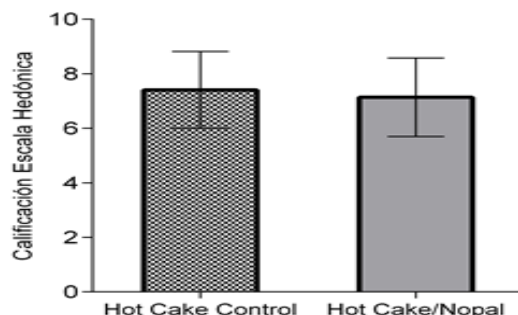


Figura 1. Promedio de calificaciones emitidas en el análisis sensorial del Hot cake control y Hot cake de nopal.

Análisis.

Los resultados obtenidos en el análisis químico proximal del Hot cake de nopal y Hot Cake control (trigo) muestran valores atractivos desde el punto de vista nutrimental de cada uno de los componentes químicos analizados; tal es el caso del porcentaje de proteínas que fue mayor en el Hot cake de nopal (6.70 ± 0.035) con respecto al Hot Cake control (5.76 ± 0.08); sin embargo, en el etiquetado de la información nutricional del Hot Cake integral comercial “Tres Estrellas” señala un contenido de proteína de 10.7 % (100g); en relación a los otros constituyentes químicos de esta marca comercial, esta muestra valores menores de fibra de 9.4% (100g) que el obtenido con el Hot Cake de nopal (17.28 ± 0.51) y del Hot Cake control ($19.32 \pm 0.04\%$); así mismo, el Hot cake integral comercial, según su etiqueta, posee un alto contenido de carbohidratos, 66 % (100g), valor por encima del Hot cake de nopal ($28.30 \pm 0.07\%$) y el control ($31.62 \pm 0.7\%$), se señalan 354 calorías en una porción de Hot Cake integral comercial, en donde menciona que contiene 22% grasa, 66% de carbohidratos y 10.7% de proteínas, cantidad por encima del obtenido en el Hot Cake de nopal que fue de 238.28 Calorías (kcal/100 g) y el Hot Cake control 278.3 Calorías (kcal/100 g).

En un trabajo similar, Bautista-Justo et al. (2010), elaboraron panqués con nopal, reportando diferencia significativa en el contenido de fibra, proteínas, minerales, bajas en grasas, en las fórmulas con nopal; en relación a este trabajo, el Hot cake de nopal, se podría recomendar para personas con problemas de salud, y prepararlos en casa, sobre todo por la facilidad de



su elaboración, ya que básicamente es económico, de fácil elaboración casera y con ingredientes saludables.

Los resultados del análisis sensorial, mostraron que no hubo diferencia significativa entre el Hot cake control y el Hot cake con harina de nopal.

Conclusiones.

El análisis químico proximal y sensorial del Hot cake formulado con harina de nopal, sugiere el prototipo de un nuevo producto tradicional con atributos de calidad mejorada que los del mercado, su contenido de fibra, ausencia de azúcar y bajo valor calórico, podrían ser una opción saludable para personas diabéticas y obesas.

Referencias.

- Anuario Estadístico y Geográfico de Campeche (2017). Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).
- Anzaldúa, A. (1994). La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. Ed. Acribia. Zaragoza, España.
- O. A. C. (2005). Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists, 15th ed.; William Horwitz Editor: Washington.
- Bautista-Justo, M.; Pineda Torres, R. I.; Camarena-Aguilar, E.; Alanís-Guzmán, G.; Da Mota, V. M.; Barboza- Corona, J. E. (2010) El Nopal fresco como fuente de fibra y calcio en panqués. Acta Universitaria, vol. 20, núm. 3, pp. 11-17. Universidad de Guanajuato, Guanajuato, México.
- Guzmán-Loayza, D.; Chávez, J. (2007). Estudio bromatológico del cladodio del nopal (*Opuntia ficus-indica*) para el consumo humano. Rev Soc Quím Perú, 73, N° 1 (41-45)



Méndez, Lucía M.; Botto, Eduardo N.; Flores, Dora; Cagnotti, Cynthia I.; López, Silvia N.; Viscarret, Mariana M. (2016). Evaluación de tres clases de trigo para la cría de *Sitotroga cerealella* (Lepidoptera: Gelechiidae) como hospedante utilizado en la cría de enemigos naturales. Revista de la Sociedad Entomológica Argentina, vol. 75, núm. 3-4, 2016, pp. 105-116 Sociedad Entomológica Argentina Buenos Aires, Argentina.



TI12-FUN-013-L

DESARROLLO Y CARACTERIZACIÓN QUÍMICA PROXIMAL Y SENSORIAL DE UNA GALLETA CON CÁSCARA DE MANGO

¹Farfán González Leda M., ¹Estrella Barrón Raquel, ¹Zarza García Addy Leticia*, ²Toledo López Víctor M., ¹Zúñiga Juárez Margarita, ¹Escobar Puentes Abraham, ¹Solís Cardouwer Olga C.

¹Facultad Ciencias de la Salud. Universidad Autónoma del Carmen. Av. 56 No. 4 Esq. Avenida Concordia Col. Benito Juárez. CAMPUS 3. Cd. del Carmen, Camp. ²División de Estudios de Posgrado e Investigación. Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Mérida. Km. 5 carretera Mérida-Progreso. Mérida, Yuc.
adyzarza@yahoo.com.mx, vtoledo08@yahoo.com.mx

FUNCIONALIDAD Y NUTRICIÓN, INVESTIGACIÓN LICENCIATURA

Resumen.

El aprovechamiento de residuos agroalimentarios en el desarrollo de productos funcionales requiere de estudios que validen su utilización desde el punto de vista químico, funcional, tecnológico y grado de aceptación por parte del consumidor. Por su alto contenido de fibra soluble e insoluble, la cáscara de mango es una opción para elaborar galletas. El objetivo de este estudio fue el desarrollo y caracterización química proximal y sensorial de una galleta con harina de cáscara de mangos maduros (tipo Keitt); las cáscaras fueron obtenidas en el mercado de Cd Carmen, Camp., se deshidrataron (40°C/5 h), se pulverizó y desarrolló el producto (galleta) mezclando en una batidora los ingredientes (harinas de trigo, harina de cáscara de mango, huevo, mantequilla, polvo para hornear y azúcar), se prepararon y hornearon (180°/25 min) las galletas. Posteriormente, se realizó el análisis químico proximal (AOAC, 2005) y el análisis sensorial con 60 panelistas, utilizando una escala hedónica de 9 puntos. La galleta comercial se usó como control. El análisis químico proximal mostró diferencias en el porcentaje de humedad (3.00±0.15), Carbohidratos totales (78.10±0.04), con respecto a la galleta comercial (control). El valor calórico de la galleta con harina de



mango fue menor (319.41 kcal/100 g), que el de la galleta comercial (469.46 kcal/100 g). Los resultados de la calificación del análisis sensorial de ambos productos no mostraron diferencia significativa. El contenido de fibra cruda de la galleta elaborada con cáscara de mango, no alteró la evaluación sensorial, mostró sabores persistentes acordes con una galleta con fibra; estos resultados son significativos, asociando los efectos beneficiosos de la fibra con la salud intestinal y prevención de enfermedades, como el caso de cáncer.

Palabras clave: mango, cáscara, alimento funcional.

Introducción.

El 30% de las personas en México tienen problemas de estreñimiento crónico propiciado por los estilos de vida, baja actividad física, una dieta baja en fibra dietética, ingesta de alimentos altamente procesados, bajo consumo de líquidos (Remes-Troche et al., 2018). Este problema digestivo es más frecuente en mujeres, ya que, por cada dos mujeres con este problema, un hombre lo padece. La causa más común está determinada por diversos factores (socioculturales, económicos, demográficos), la población que sufre con mayor frecuencia este padecimiento son aquellas con colitis nerviosa, los adultos mayores y las mujeres embarazadas, que compromete el estilo de vida de quien la padece. La cáscara de mango (*Mangifera indica*) es un residuo agroindustrial que no se aprovecha, por lo que existe un alto desperdicio; desde el punto de vista nutritivo, es una fuente importante de fibra dietaria (soluble e insoluble), pectina (alta concentración de ácido galacturónico) y vitaminas, entre otros compuestos (Schieber et al., 2004), que se puede utilizar para transformarla en harina para preparar productos como galletas o pan. La cáscara de mango posee características importantes en su composición química y la presencia de un compuesto denominado manguiferina, que en estudios *in vivo* se ha observado gran actividad antioxidante, inmunomoduladora, antiviral y antitumoral (Sánchez et al., 2000). El objetivo de este estudio fue el desarrollo y caracterización química proximal- sensorial de una galleta con cáscara de mangos maduros y en buen estado.

Objetivos específicos.

1) Obtener la harina de la cáscara de mango. 2) Desarrollar la formulación adecuada para la galleta adicionada con harina de cáscara de mango. 3) Realizar el análisis químico proximal de la galleta elaborada con harina de cáscara de mango y de la galleta comercial. 4) Evaluar sensorialmente a través de una escala hedónica las galletas elaboradas con harina de cáscara de mango y la galleta comercial (control).

Metodología.

El mango fue comprado en una frutería de Ciudad del Carmen, estado Campeche, México. Para la elaboración de la harina de cáscara de mango, se eligieron mangos maduros (tipo Keitt) en buen estado, se pelaron finamente en porciones alargadas y anchas; posteriormente se deshidrataron con una deshidratadora (40°C/5 h); después fueron pulverizadas con una licuadora y tamizada con un colador de cocina. La harina que se obtuvo fue empaquetada en bolsas de plástico y reservada hasta su momento de uso. Con la harina de las cáscaras de mango, se preparó una formulación: 400 g de harina de trigo, 70 g de harina de cáscara de mango, 1 huevo, 200g de mantequilla, 1 litro de leche, 200 g de azúcar y polvo para hornear 20 g; como control se usó una galleta comercial (Nut Bar, Kellogg's). La harina de trigo, la harina de cáscara de mango, los huevos, la mantequilla, el azúcar y el polvo para hornear royal fueron mezclados con una batidora convencional (Black & Decker) hasta obtener una mezcla firme; previamente se calentó el horno de una estufa convencional a una temperatura de 180°C; posterior a la preparación de la mezcla, se estiró la masa con un rodillo para cocina, se cortaron las galletas de la forma deseada y con un peso de 5g; seguidamente, las galletas fueron acomodadas en una charola y fueron llevadas a hornear a una temperatura de 180°C por un tiempo de 25 minutos. A las galletas se les realizó una caracterización química proximal y un análisis sensorial: 1) Análisis Químico. A los 2 productos se les evaluó su contenido nutrimental mediante el análisis químico proximal, de acuerdo a la metodología de la AOAC (2005): Humedad (Método 925.09), determinado por pérdida de peso después de secar en estufa a 105°C durante 4 h; Cenizas (Método 923.03), calculado después de incinerar la muestra a 550°C durante 4 h; Grasa cruda o extracto etéreo (Método 920.39),

obtenido de extraer la muestra durante 4 h con éter de petróleo en un sistema Soxhlet; Proteína cruda (Método 954.01), realizado por el método Kjeldahl que consiste en la digestión ácida y destilación alcalina de la muestra, usando 6.25 como factor de conversión de nitrógeno a proteína; Fibra cruda (método 962.09), residuo insoluble que se obtuvo después de someter la muestra a digestión ácida y alcalina, y Carbohidratos totales o Extracto Libre de Nitrógeno (ELN), calculado por diferencia al 100% del resto de los componentes.

2) Análisis Sensorial. El análisis sensorial se realizó con 60 panelistas, utilizando una prueba afectiva, utilizando una escala hedónica estructurada, con nueve puntos descriptivos, en las que se puntualizó la característica de agrado (1 “extremadamente desagradable” y 9 “extremadamente agradable”). Dicha escala contó con un indicador del punto medio (5 puntos: “Ni me agrada, Ni me desagrada”) con el fin de proporcionarle a cada juez consumidor la facilidad de encontrar un punto de indiferencia al producto en cuestión (Anzaldúa, 1994). Los puntos superiores a 5 indicaron niveles de agrado; ligeramente agradable (6), moderadamente agradable (7) y muy agradable (8) y extremadamente agradable (9); los puntos menores de 5 se refirieron a niveles de desagrado, moderadamente desagradable (3), muy desagradable (2) y extremadamente desagradable (1). Así, 60 jueces no entrenados evaluaron los atributos de color, sabor, textura, olor, sensación en la boca y aceptación general.

Resultados.

Los resultados del análisis químico proximal de la galleta comercial (control) y la galleta con harina de mango se muestran en la Tabla N° 1. El análisis químico proximal mostró diferencia significativa ($p < 0.05$) en el porcentaje de humedad (3.00 ± 0.15); Carbohidratos totales (78.10 ± 0.04), con respecto a la galleta comercial (control). El valor calórico de la galleta con harina de mango fue menor ($319.41 \text{ kcal}/100 \text{ g}$), que el de la galleta comercial ($469.46 \text{ kcal}/100 \text{ g}$).

Tabla N° 1. Análisis Químico Proximal (%).

Análisis	Galleta comercial Promedio (%)/D.E.	Galleta con cáscara de mango Promedio(%)/D.E.
Humedad	2.73±0.21	3.00±0.15
Proteínas	4.77±0.03	3.49±0.13
Grasas	17.75±2.08	14.85±1.67
Carbohidratos totales	75.22±0.05	78.10±0.04
Fibra	33.84±0.02	35.14±0.02
Azúcares totales	41.38 ±0.11	42.95±0.17
Cenizas	0.66±0.06	0.56±0.44
Calorías (kcal/100 g)	469.46	319.41
Calorías (kcal/g)	4.69	3.19

Los resultados del análisis sensorial, mostraron que no hubo diferencia significativa entre la galleta control y la galleta con harina de mango en relación al grado de aceptación, pero entre ambos se demostró que los atributos evaluados estuvieron por arriba del punto de indiferencia (Fig.1).

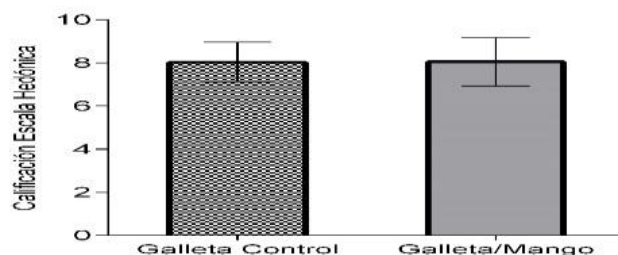


Figura 1. Promedio de calificaciones emitidas en el análisis sensorial de la galleta control y la galleta con cáscara de mango.

Análisis.

Los resultados obtenidos en el análisis químico proximal de la galleta con harina de mango muestran valores atractivos desde el punto de vista nutrimental, en comparación a la galleta comercial (Nut Bar, Kellogg's); según la etiqueta, posee: 15% de grasas saturadas y 15% de otras grasas, 10% de azúcares totales, sodio 60 mg, y aporta 850 calorías, cantidad mayor



que la aportada por la galleta con harina de mango (319.41 calorías); así mismo, la galleta con cáscara de mango muestra en su composición un alto contenido de fibra (Tabla1).

Conclusiones/Recomendaciones.

El contenido de fibra cruda de la galleta elaborada con cáscara de mango, no alteró la evaluación sensorial, mostró sabores persistentes acordes con una galleta con fibra; estos resultados son significativos, asociando los efectos beneficiosos de la fibra con la salud intestinal y considerando que la fibra cruda en los estudios de química proximal, proporciona un dato aproximado al considerar principalmente polisacáridos estructurales y lignina (Escudero - González, 2006); estos datos no representan realmente la totalidad de la fibra (la parte menos digestible del alimento); por lo que se pretende realizar un estudio enzimático gravimétrico a las muestras. Es importante señalar que en el análisis proximal se mostraron datos sugeridos desde el aspecto de la composición química que los hace interesantes para continuar con otros estudios con métodos más precisos sobre las características de los componentes químicos, como el perfil de lípidos, análisis de fracciones de proteínas y otros análisis para validar el valor nutrimental de los componentes de la galleta de harina de cáscara de mango.

Referencias.

- Anzaldúa, A. (1994). La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. Ed. Acribia. Zaragoza, España.
- A. O. A. C. (2005). Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists, 15th ed. William Horwitz Editor: Washington.
- Escudero Álvarez, E. y González Sánchez, P. (2006). La fibra dietética. Nutr. Hosp. 21 (Supl. 2) 61-72.
- Sánchez, G. M.; Re, L.; Giuliani, A.; Nunez-Selles, A. J.; Davison, G. P.; León-Fernández, O. S. (2000). Protective effects of *Mangifera indica* L. extract, mangiferin and



selected antioxidants against TPA-induced biomolecules oxidation and peritoneal macrophage activation in mice. *Pharmacology Research* 42: 565–573.

Schieber, A.; Hilt, P.; Berardini, N.; Carle, R. (2004). Recovery of pectin and polyphenolics from apple pomace and mango peels. In: *Total Food. Exploiting coproducts – minimizing waste*, K. Waldron, C. Faulds & A. Smith Eds. Norwich, UK.

Tremes-Troche, J., Coss-Adame, E., López-Colombo, A., Amieva-Balmori, M., Carmono Sánchez, R., Charúa Guindic, R., Flores Rendón, R., Gómez Escudero, O., González Martínez, M., Icaza Chávez, M.E., Morales Arámbula, M., Schulson, M., Tamayo de la Cuesta, J.L., Valdovinos, M.A., y Vázquez Elizondo, G. (2018). Consenso mexicano sobre estreñimiento crónico. *Revista de Gastroenterología de México*, 83(2):168-189.

TI12-FUN-021-L

**DESARROLLO Y EVALUACION NUTRIMENTAL DE UN PAN TIPO CRUTON
ADICIONADO CON HOJAS DE *Moringa oleifera* Y ENDULZADO CON *Stevia
rebaudiana***

¹Novelo Góngora Aurora *, ¹Burgos Jiménez Miriam, ¹Ucán Rodríguez Fany, ¹Loeza
Peraza Jacinto

¹Instituto Tecnológico Superior del Sur del Estado de Yucatán. Carretera: Akil-Oxkutzcab.
Km. 41+100. S/N. C.P. 97880. Oxkutzcab, Yucatán; México. Tel/fax: 01 (997)9750909/10.
burgos_77@hotmail.com. Biotecnología de alimentos. Investigación.

FUNCIONALIDAD Y NUTRICIÓN, INVESTIGACIÓN LICENCIATURA

Resumen.

Las personas con diabetes presentan particular atención para asegurarse que exista un equilibrio entre sus alimentos, insulina y medicamentos orales, y ejercicio, para ayudar a controlar su nivel de glucosa. La *Moringa oleifera* es reconocida por sus múltiples propiedades funcionales, una de ellas es el control del índice glucémico de la sangre. Por su parte, la Stevia es un edulcorante 100% natural, que contiene 0 calorías y prácticamente sin hidratos de carbono. Como resultado, no hay ningún efecto en el índice glucémico, lo que significa que no hay ningún efecto en el nivel de azúcar en la sangre. La investigación de nuevos productos para controlar el índice de glucosa en la sangre, suena una propuesta atractiva para las personas que buscan nuevas alternativas a sus padecimientos. La evaluación de los panes se realizó en 3 lotes, M1: control 100% harina blanca endulzada con azúcar comercial, M2: se adicionó 50% harina integral de trigo y 25% de harina blanca endulzada con Stevia, M3: adición de 100% de harina integral de trigo, endulzada con Stevia, todas estas contando con las propiedades antes mencionadas de las hojas de Moringa.

Palabras clave. Moringa, Stevia, Diabetes, Proteína, Mineral y Panificación.



Introducción. La *Moringa oleifera*, conocida comúnmente como moringa, es un árbol pequeño y de crecimiento acelerado, que usualmente alcanza de 10-12 metros de altura (Liñan, 2010). Las hojas, las flores, los frutos y las raíces son apreciados por su valor nutritivo y pueden ser usados en la alimentación humana (Reyes-Sánchez et al., 2006). Las hojas son ricas en vitaminas A, B y C, calcio, hierro y en aminoácidos esenciales (Fahey, 2005).

Esta planta es valorada por sus múltiples aplicaciones, incluyendo sus propiedades antimicrobianas, nutritivas, antioxidantes y terapéuticas. Actualmente es usada como suplemento alimenticio en mujeres embarazadas, niños y adultos y de forma homeopática en más de 300 enfermedades, incluyendo hipercolesterolemia, hipertensión, diabetes, padecimientos neurodegenerativos, anemia, problemas de fertilidad, padecimientos hepáticos y renales, desórdenes de la piel y hasta cáncer (Gowrishankar, 2010).

Los edulcorantes son utilizados como sustitutos del azúcar en los tratamientos contra el sobrepeso y la diabetes, enfermedades que pueden conducir al desarrollo de múltiples padecimientos, especialmente del tipo crónico degenerativo (Salvador et al., 2014). La Stevia en particular, es un aditivo alimentario bajo en calorías o podría llamarse así el fármaco potencial adecuado para los diabéticos (Yong-Heng et al., 2014).

Justificación. Actualmente, la industria panificadora cuenta con un gran número de productos; sin embargo, no son aptos para personas diabéticas. El desarrollo de un pan elaborado con hojas de *Moringa oleifera* y endulzado con *Stevia rebaudiana*, ayudará en la dieta en personas con diabetes debido a las propiedades nutricionales que estas contienen.

En la actualidad, la industria panificadora cuenta con un gran número de productos de diferentes, formas, tamaños y sabores. Sin embargo, muchos de estos productos no son aptos para las personas diabéticas, debido a los componentes que lo contienen, como lo son las harinas no integrales y endulzantes sintéticos. Al incorporar componentes como la Moringa y la Stevia, se ayudará a reducir estas propiedades poco benéficas para la salud humana, y crearán un mayor aprovechamiento de esta industria para personas con diabetes.

Objetivo general.

Desarrollar un pan tipo cruton aprovechando las propiedades de las hojas de *Moringa oleifera* y *Stevia rebaudiana*.

Objetivos específicos.

1. Obtención de las hojas de Moringa.
2. Obtención del extracto acuoso de las hojas de Stevia
3. Desarrollar 3 tipos de panes: un control 100% harina blanca, endulzada con azúcar comercial (M0), 50% harina de Trigo, endulzado con Stevia (M1), 100 % harina de Trigo, endulzado con Stevia (M2).
4. Determinar los parámetros Bromatológicos del Pan.

Metodología.

Las hojas de moringa se recolectaron en la ciudad de Tekax, Yucatán, las cuales se secaron a 90°C por 1 hora, se licuaron alrededor de 1 minuto y se tamizó en un tamaño de poro de 297 micras obteniendo un polvo fino, lo que se obtuvo se almacenó hasta su uso. El extracto de las hojas de Stevia se obtuvo mediante el troceado y reposo de 24 horas para su posterior filtrado y almacenamiento. Para la elaboración del pan se elaboraron 3 muestras. Muestra M0: control, M1: se adicionó 50% harina de integral de trigo, M2: adición de 100% de harina integral de trigo. La muestra control fue M0, compuesta por Harina blanca 91.74%, Azúcar 5.50%, Levadura 0.91% y Moringa 1.83 %. La muestra M1 contenía Harina blanca 65.27 %, Stevia 0.13%, Levadura 0.65%, Harina integral 32.63% y Moringa 1.30%. La muestra M2 contenía Harina integral 96.89%, Stevia 0.19%, Levadura 0.96% y Moringa 1.93%. Se amasaron y posteriormente se esperó a que esta misma suba para su posterior horneado. Los panes se hornearon a 45°C por 20 min y posteriormente se doraron por 20 min, para que adquirieran una consistencia más sólida.

Las muestras de pan tipo cruton fueron evaluadas mediante los análisis de humedad, cenizas, proteína (método Kjeldahl), grasa (método de Soxhlet), fibra, la determinación de carbohidratos se realizó por diferencia. Todos estos análisis se realizaron por triplicado.

Resultados.

Composición proximal. El análisis proximal realizado en los panes M0, M1 y M2 se muestran en la tabla siguiente.

Tabla 1. Resultados bromatológicos de los panes tipo cruton elaborados.

	M0 (%)	M1 (%)	M2 (%)
% HUMEDAD	0.45	8.2531	5.6183
% PROTEINAS	7.84	10.225	13.1414
% GRASAS	18.205	23.389	18.4689
% CENIZAS	1.5	5.386	10.5254
% CARBOHIDRATOS	38.805	18.2469	14.946
% FIBRA	33.2	34.5	37.3

Conclusiones y/o recomendaciones.

Se logró elaborar un pan adicionado con hojas de Moringa y endulzado con Stevia que contenía componentes de interés en dietas para personas diabéticas, como se observó en la muestra M2 que contiene una mayor concentración de proteínas y fibra; sin embargo, la muestra M0 registró una mayor cantidad de minerales. Es necesario realizar más investigaciones acerca de los efectos secundarios y prevención de enfermedades que este tipo de producto pudiera tener.



Referencias.

- Salvador, R., Sotelo, M y Paucar, L. (2014). Estudio de la Stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) como edulcorante natural y su uso en beneficio de la salud. *Scientia Agroecuaría*, 5 (3), 157-163.
- Yong-Heng, Y., Su-zhen, H., Yu-lin, H., Hai-yan, Y., Chun-sun, G. (2014). Base substitution mutations in uridine diphosphate-dependent glycosyltransferase 76G1 gene of *Stevia rebaudiana* causes the low levels of rebaudioside A Mutations in UGT76G1 A key gene of steviol glycosides synthesis. *Plant Physiol Biochem* 80(1), 220-225.
- Fahey, J. (2005). *Moringa oleifera*: a review of the medical evidence for its nutritional, therapeutic, and prophylactic properties. Part I. *Trees Life J* 2(8), 1-5.
- Gowrishankar, R., Kumar, M., Menon, V., Mangala, D.S., Saravanan, M., Magudapathy, P., Panigrahi, B.K., Nair, K.G.M. y Venkataramanah, K. (2010). Trace Element Studies on *Tinospora cordifolia* (Menispermaceae), *Ocimum sanctum* (Lamiaceae), *Moringa oleifera* (Moringaceae), and *Phyllanthus niruri* (Euphorbiaceae) Using PIXE. *Biological Trace Element Research*. 133(3), 357-363.
- Liñán, F. (2010). *Moringa oleifera*, el árbol de la nutrición. *Ciencia y Salud Virtual*, 2(1), 130-138.



TI12-FUN-028-L

KOMBUCHA Y KEFIR, BEBIDAS FERMENTADAS. PROPIEDADES E INOCUIDAD.

¹González González María del Rosario*, ¹Yeverino Gutiérrez Myrna Laura

¹Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Químicas. México.

Av. Universidad s/n Cd. Universitaria, San Nicolás de los Garza, N. L. cp 66455

*e-mail: ro_gon_gon@yahoo.com.mx

FUNCIONALIDAD Y NUTRICIÓN, INVESTIGACIÓN LICENCIATURA

Resumen.

Los probióticos mejoran la microflora intestinal; son microorganismos viables que una vez ingeridos secretan enzimas, ácidos orgánicos, vitaminas y sustancias antibacterianas no tóxicas. Cada vez más personas buscan alimentos menos procesados y con mayor valor nutricional. Se investigó en revistas científicas acerca de las propiedades y composición de bebidas fermentadas Kombucha y Kefir. Son buena fuente de componentes bioactivos que son digeridos, absorbidos y metabolizados por el cuerpo. Resultados científicos muestran congruencia con propiedades saludables atribuidas a estas bebidas.

Palabras clave: alimentos funcionales, probióticos, Kombucha, Kefir.

Introducción.

Las personas alrededor del mundo se preocupan hoy cada vez más por la relación entre la alimentación y la salud. La Agencia de Inteligencia de Mercado Libre en el Mundo (MINTEL) en su estudio de mercado sobre Tendencias Mundiales en Alimentos y Bebidas para 2016 y 2017, declaran que va en aumento la opinión de los consumidores en torno a la búsqueda de alimentos y bebidas con bondades naturales y ambientales; por ejemplo,



ausencia de aditivos y conservantes, calidad orgánica, valor nutricional, bondades éticas y ambientales de los productos, tal como empaques inocuos para el medio ambiente. En las Tendencias Mundiales de Alimentación 2016-2017, MINTEL apunta que cada vez es mayor la cantidad de personas que buscan alimentos menos procesados, alejarse de los refrescos azucarados y priorizan el cuidado personal y de su familia, dedicando tiempo a la preparación de sus alimentos y de sus propias bebidas. Los consumidores están cada vez más interesados en qué les ofrece una bebida o alimento y no tanto de qué carece, sobre todo si incluyen ingredientes naturales y promete además beneficios a la salud. En este sentido, los microorganismos han tenido un papel predominante en el entorno de nuestra vida, como los probióticos, microorganismos viables que confieren efectos beneficiosos para la salud del ser humano, cuando se administran en cantidad adecuada. Kombucha es una bebida fermentada elaborada con té negro o verde y azúcar que ha ganado popularidad recientemente en los Estados Unidos de América (EUA) como parte del movimiento de alimentos beneficiosos para la salud humana, conocidos como alimentos funcionales. Otra bebida fuente de probióticos que ha sido bien acogida tanto en EUA como en México, es la llamada Kefir y representa otra opción que utiliza otros sustratos no lácteos como frutas, vegetales y melazas. Ambas bebidas, Kombucha y Kefir, son una opción de alimento funcional tanto para la población vegetariana y vegana, como para aquellos intolerantes a la lactosa que aun desean consumir probióticos, además de la población en general.

Justificación.

Bebidas fermentadas Kombucha y Kefir presentan gran demanda entre consumidores modernos, veganos y vegetarianos, como probióticos de agradable sabor. En la presente investigación, se busca la evidencia científica que respalde los efectos que en la cultura popular presentan estas bebidas sobre diferentes patologías; así como investigar su inocuidad.



Objetivo general.

Investigar en revistas científicas composición y propiedades saludables de las bebidas Kombucha y Kefir, así como su elaboración casera.

Objetivos específicos.

1. Buscar reportes científicos tanto de la composición como de las propiedades saludables de las bebidas Kombucha y Kefir, así como el proceso de elaboración casera de Kombucha y Kefir.
2. Investigar la existencia de reportes de intoxicación con las bebidas Kombucha y Kefir.

Metodología.

Estudio descriptivo que abarca búsqueda de artículos científicos sobre composición y propiedades de las bebidas fermentadas Kombucha y Kefir a través de las bases de datos: PubMed, Scopus, Springer, empleando palabras clave: fermentados, probióticos, Kombucha, Kefir. Buscar la información sobre su elaboración casera. Conjunción y análisis de la información recabada.

Resultados.

El té de Kombucha (té de Kargasok, hongo del té) es una bebida refrescante obtenida mediante fermentación de té negro o verde y azúcar con un cultivo simbiótico de bacterias acéticas y levaduras, que se consume por sus beneficios en la salud humana. Componentes predominantes del fermentado: ácido acético, ácido glucurónico, ácido glucónico, azúcares, fibra, etanol, aminoácidos (lisina); minerales; vitaminas C y complejo B; antibióticos y enzimas hidrolíticas; propiedades antiinflamatorias, antioxidantes y antiproliferativas. Los efectos secundarios probablemente relacionados con el consumo de té de Kombucha se encontraron en una sola publicación, cuatro pacientes. Dos presentaron reacción alérgica, el tercero presentó ictericia y el cuarto náuseas, vómitos, dolor de cabeza y cuello. En los cuatro



casos, el uso del té de Kombucha cerca del inicio de los síntomas y la resolución de los mismos al suspender la ingesta sugiere una posible asociación etiológica; se identificaron en el té dos cepas de hongos, *Penicillium spp.* y *Candida albicans*.

El Kéfir, originario del este de Europa, es una bebida fermentada (en leche o en agua) a partir de granos de Kéfir, los cuales son un simbiote microbiano; géneros bacterianos predominantes son *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Streptococcus*. El té de Kefir es rico en vitaminas del grupo B (B1 ó tiamina, B5 ó ácido pantoténico, B9 ó ácido fólico, B12 ó cianocobalamina, biotina), así como vitaminas A y K; aminoácidos esenciales como el triptófano, proteínas fácilmente digeribles, minerales como el calcio, magnesio y fósforo, la enzima beta galactosidasa y un exopolisacárido (kefirán). Presenta efectos antineoplásicos, digestivos, efecto hipocolesterolemizante, antibacteriano, antifúngico, antioxidante, inmunomodulador y antialérgico. No se encontraron reportes de toxicidad.

Análisis.

Jayabalan y colaboradores en 2014, reportan en el té de Kombucha el ácido glucurónico, responsable de la glucuronidación de xenobióticos (fármacos y toxinas) volviéndolos más solubles en agua, facilitando su eliminación por orina; los mismos autores encuentran en bioensayos *in vitro* propiedades antiinflamatorias y antiproliferativas, congruentes con las reportadas históricamente. El Kefir presenta la enzima beta galactosidasa, un beneficio para los consumidores intolerantes a la lactosa; en 2006 Patring y colaboradores, reportaron efectos antibacterianos, antineoplásicos y antialérgicos, respaldando de esta manera las propiedades acreditadas por la población consumidora. La búsqueda exhaustiva de información arrojó muy poco sobre la toxicidad de estas bebidas fermentadas, solo un reporte en el que el té de Kombucha fue relacionado con efectos secundarios en cuatro pacientes, encontrándose que la bebida fermentada presentaba contaminación con *Penicillium spp.* y *Candida albicans*; en los cuatro casos se trató de personas de la tercera edad. La elaboración casera tanto de Kombucha como de Kefir requiere azúcar, el consorcio microbiano, infusión de té para el caso de Kombucha, y para el Kefir se agregan jugos de frutas, vegetales, esencias que le darán un sabor agradable; ambas se colocan en recipientes de vidrio, cubiertos con una



tela o papel fino y se almacenan lejos de la luz y en lugar cálido. El consorcio microbiano de Kombucha se le llama comúnmente SCOBY (colonia simbiótica de bacterias y levaduras) que flota en el medio de fermentación y en el caso de Kefir, los gránulos son llamados TÍBICOS, los cuales se mantienen al fondo del recipiente. Los consorcios se consiguen en páginas web y redes sociales; también se consiguen en el mercado algunas marcas de los preparados listos para su consumo.

Conclusiones y/o recomendaciones.

Kombucha y Kefir son buena fuente de componentes bioactivos que son digeridos, absorbidos y metabolizados por el cuerpo. Resultados científicos muestran congruencia con propiedades benéficas atribuidas a estas bebidas; a pesar de ser muy escasos los reportes de toxicidad de Kombucha, no se considera inocuo para su uso por mujeres embarazadas ni mujeres lactando, es necesaria más investigación al respecto; en infantes, es deseable la autorización del médico especialista.

Referencias.

<http://www.siicex.gob.pe/siicex/documentosportal/alertas/documento/doc/277698773rad83597.pdf>, Consultado el 1 de julio de 2019

Sánchez, M.T., Ruiz, M.A. & Morales, M.E. (2015). Microorganismos probióticos y salud. *Ars Pharm*, 56, pp. 45-59

FAO, OMS. (2006). Probióticos en los alimentos. Propiedades saludables y nutricionales y directrices para la evaluación. Roma: FAO, OMS. ISBN 92-5-305513-8 consultado en <http://www.fao.org/3/a-a0512s.pdf>

Kapp, J.M. & Sumner, W. (2019). Kombucha: a systematic review of the empirical evidence of human health Benefit. *Annals of Epidemiology* 30, pp. 66 -70.



- Fiorda, F.A., Vinicius de Melo, P., Soccol, V., Rakshit, S.K., Binder, M.G., Porto de Souza, L. & Soccol, C.R. (2017). Microbiological, biochemical, and functional aspects of sugary kefir fermentation. A review. *Food Microbiology* 66, pp. 86-95
- Gharib, O.A. (2009), Effects of Kombucha on oxidative stress induced nephrotoxicity in rats. *Chinese Medicine* 4:23
- Afsharmanesh, M. & Sadaghi, B. (2014). Effects of dietary alternatives (probiotic, green tea powder, and Kombucha tea as antimicrobial growth promoters on growth, ileal nutrient digestibility, blood parameters, and immune response of broiler chickens, *Comp Clin Pathol* ,23, pp.717–724
- Jayabalan, R., Malba, R.V., Lon, E.S. Vitas, J.S. & Sathishkumar, M. (2014).
A Review on Kombucha Tea—Microbiology, Composition, Fermentation Beneficial Effects, Toxicity, and Tea Fungus, *Comprehen Rev Food Science and Food Safety* ,
- Sfinivasan, R., Smotinske, S. & Greenbaum, D. (1997). Probable gastrointestinal toxicity of kombucha tea is this beverage healthy or harmful? *Gen Intern Med* 12, pp.643-644.
- Yang, Z.; Zhou, F.; Ji, B.; Li B.; Luo, Yang L. & Li, T. (2010). Symbiosis between Microorganisms from Kombucha and Kefir: Potential Significance to the Enhancement of Kombucha Function, *Appl Biochem Biotechnol*, 160, pp.446–455
- Patring, J.D.M., Hjortmo, S.B., Jastrebova, J.A., Svensson, Andlid, T. A. & Jägerstad, I.M. (2006), Characterization and quantification of folates produced by yeast strains isolated from kefir granules. *Eur Food Res Tech*, 223, pp. 633-637

TI12-FUN-029-L

OBTENCIÓN DE ACEITE DE SEMILLA DE DOS FRUTAS CON ALTO ÍNDICE DE DESPERDICIO COMO UNA ALTERNATIVA DE APROVECHAMIENTO

¹Uuh-Narvaez J.N*, ¹Chel-Guerrero L.A., ¹Betancur-Ancona D.A.

¹Facultad de Ingeniería Química, Campus de Ciencias Exactas e Ingenierías, Universidad Autónoma de Yucatán. Periférico Nte. Km. 33.5, Tablaje Catastral 13615, Col. Chuburná de Hidalgo Inn, 97203. Mérida, Yucatán, México. E-mail: josabetnarvaez@gmail.com

FUNCIONALIDAD Y NUTRICIÓN, INVESTIGACIÓN POSGRADO MAESTRÍA

Resumen.

Se ha demostrado las consecuencias que genera el desperdicio de alimentos, por lo tanto, la necesidad de buscar soluciones para mitigar con esta problemática. El aprovechamiento de estos desperdicios mediante la obtención de productos de alto valor agregado como los aceites esenciales, es una de las muchas soluciones que son posibles. El objetivo del presente trabajo fue determinar algunas propiedades fisicoquímicas del aceite crudo obtenido de la semilla de mango ataulfo y aguacate antillana. El índice de refracción a 20 °C del aceite de semilla de mango fue de 1.44634 ± 0.0045 significativamente mayor ($P < 0.05$) que el del aceite de la semilla de aguacate (1.42544 ± 0.0195), índice de acidez (expresado en % de ácido oleico) del aceite de la semilla de mango (0.180746 ± 0.1766) y aguacate (0.0518125 ± 0.0302), índice de yodo (expresado g de I₂/ 100 g de aceite) aceite de aguacate (232.758 ± 4.5627) presentó ser superior con respecto al aceite de mango (46.8394 ± 1.31954). Se encontró que los aceites no presentaban peróxidos.

Palabras clave: aceites, caracterización fisicoquímica, desperdicios de alimentos.



Introducción.

En los últimos años, el desperdicio de alimentos ha generado impactos negativos sobre la seguridad alimentaria, el medio ambiente y el desarrollo económico. Actualmente, se estima que un tercio de los alimentos producidos para el consumo humano se pierde o se desperdicia, lo equivalente a 1.3 mil millones de toneladas al año a nivel mundial (FAO, 2012). En México, el Grupo de Pérdidas y Mermas de Alimentos, determinó que el mango (54.54%) y el aguacate (53.97%) son de los alimentos que presentan un alto índice de desperdicio (Aguilar, 2013). El mango “Ataulfo” (*Mangifera indica* L. cv ataulfo) es una variedad mexicana que ha demostrado ser un éxito en el mercado internacional por sus características sensoriales y organolépticas. Se ha reportado que los desechos del mango, como la semilla son una fuente importante de fosfolípidos, compuestos fenólicos, tocoferoles y carotenoides. El aceite de la semilla es considerado una buena fuente de ácidos grasos insaturados que tiene el potencial de ser utilizado como aceite alimenticio rico en nutrientes o como ingredientes para alimentos funcionales o enriquecidos (Sumaya et al., 2012). Sin embargo, el contenido de estos compuestos bioactivos son dependientes de la especie, región de cultivo y estado de madurez.

El aguacate es una fruta consumida mundialmente; México cosecha más del 30% de los aguacates en todo el mundo, siendo el principal productor y exportador de aguacate (Araújo, Rodríguez-Jasso, Ruiz, Pintado & Aguilar, 2018); existen más de 150 especies y es considerado un alimento funcional por su alto valor nutricional y sus efectos benéficos probados en la salud humana. El aguacate Antillana (*Persea americana* var. americana) es una variedad que se produce y se comercializa en el sur de México, como en Yucatán en donde se aplica como complemento en platos típicos (Díaz, Hernández, Humberto, León & León, 2012). Estudios fitoquímicos sobre semillas de aguacate han identificado varias clases de productos naturales como las saponinas, fitosteroles, triterpenos, ácidos grasos, ácidos furanoicos, dímeros de flavonol y proantocianidinas, algunos de ellos están relacionados con actividades antimicrobianas, antimicóticas y efectos larvicidas (Chel-Guerrero, Barbosa-Martín, Martínez-Antonio, González-Mondragón, & Betancur-Ancona, 2016). El aceite proveniente de las semillas de los desperdicios de mango ataulfo y aguacate var. antillana, podría considerarse como un producto de valor agregado, coadyuvando al desarrollo y



consumo sustentable, siendo una alternativa de aprovechamiento. En el presente trabajo, se determinó algunas propiedades fisicoquímicas del aceite crudo obtenido de la semilla de mango ataulfo y aguacate var. antillana dos frutas con alto índice de desperdicio.

Objetivo general.

Determinar algunas propiedades fisicoquímicas del aceite crudo de la semilla de mango ataulfo (*Mangifera indica* var. ataulfo) y aguacate var. antillana (*Persea americana* var. americana).

Objetivos específicos.

1) Evaluar el porcentaje rendimiento del método de extracción de aceite de la semilla de mango ataulfo (*Mangifera indica* var. ataulfo) y aguacate var. antillana (*Persea americana* var. Americana). 2) Determinar el índice de refracción, índice de acidez, índice de yodo e índice de peróxido del aceite crudo de la semilla de mango ataulfo (*Mangifera indica* var. ataulfo) y aguacate var. antillana (*Persea americana* var. americana).

Metodología.

Obtención de las semillas: Las semillas de mango ataulfo (*Mangifera indica* var. ataulfo) y aguacate var. antillana (*Persea americana* var. americana), fueron obtenidos de los desperdicios de estas mismas frutas recolectadas en la Central de Abastos del Ayuntamiento de la ciudad de Mérida, Yucatán. Las semillas se retiraron de manera manual, seguidamente fueron lavadas tres veces con agua destilada para retirar cualquier rastro de pulpa y se dejaron escurrir a temperatura ambiente (24-26 °C) por 1 h. Posteriormente fueron secadas en una estufa de convección Fisher Scientific: Almendra de la semilla del mango 60°C x 44 h, endocarpio fibroso de la semilla del mango 60°C x 46 horas, semilla de aguacate 60°C x 46 h. Finalmente fueron molidas en un molino de bolas (Retsch GmbH, Alemania) y la harina obtenida se pasó por un molino Foss Cyclotec 1093 para obtener una harina más fina, la cual se tamizó (malla N°80). La harina de endocarpio fibroso de mango fue mezclada con la harina

de la almendra de mango. La harina de semilla de aguacate y mango fueron almacenadas en un recipiente hermético a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ hasta su uso.

Extracción de aceite: Después del acondicionamiento de la muestra, se extrajo el aceite crudo de la semilla de mango y aguacate. De cada lote fueron procesados 10 g de harina con un equipo Soxhlet, usando n-hexano (300 ml) como solvente sobre un ciclo térmico de $67\text{-}69\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante 4 h. Se obtuvo el aceite crudo mediante la eliminación del solvente, usando un evaporador rotatorio de vacío a $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Buchi, modelo R-215). Los aceites fueron depositados en recipiente de vidrio ámbar y almacenados en una atmósfera de nitrógeno a $-20 \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Caracterización fisicoquímica del aceite crudo: Se determinó el índice de refracción a $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, índice de acidez, índice de yodo y el índice de peróxido, de acuerdo a la metodología descrita por la Asociación de Químicos Analíticos Oficiales (AOAC, 1995).

Evaluación del rendimiento de aceite crudo obtenido: Se evaluó el porcentaje obtenido de aceite crudo en la extracción Soxhlet, se expresó como el porcentaje basado en el peso de la harina de semilla utilizado. En donde m_2 es la masa en gramos del matraz de fondo redondo con grasa (tras el secado), m_1 es la masa en gramos del matraz de fondo redondo vacío, M es el peso de la muestra en gramos.

$$\text{Rendimiento de aceite (\%)} = \frac{m_2 - m_1}{M} \times 100$$

Resultados y análisis.

La caracterización fisicoquímica del aceite crudo del mango ataulfo y el aguacate var. antillana se puede observar en la tabla 1. El aceite de semilla de mango ataulfo mostró un índice de refracción ($20\text{ }^{\circ}\text{C}$) de 1.44634 ± 0.0045 que fue significativamente mayor que el del aceite de la semilla de aguacate (1.42544 ± 0.0195); se ha reportado en aceite de semilla de mango un valor similar al obtenido (1.459 ± 0.10) (Abdalla et al., 2007), así también para el aguacate (1.4592 ± 0.0012) (Bora et al., 2001). Por otro lado, el índice de acidez (expresado en % de ácido oleico) del aceite de la semilla de mango (0.180746 ± 0.1766) y aguacate (0.0518125 ± 0.0302) no presentaron diferencia estadística, según la Norma Mexicana de aceite vegetales comestibles (NMX-F-223-1985. Alimentos. Aceite vegetal comestible,



1985); el límite máximo permisible en la acidez es de 0.06 % de ácido oleico, en donde el aceite de aguacate entra dentro del rango permitido; sin embargo, ninguno de estos aceites ha sido refinado por lo cual, al realizar el proceso de refinación, la acidez descendería. El índice de yodo (expresado g de I₂/ 100 g de aceite) obtenido en el aceite de semilla de aguacate (232.758 ± 4.5627) fue superior con respecto al aceite de semilla de mango (46.8394 ± 1.31954); el índice de yodo es una medida directa de dobles enlaces presentes en un aceite, lo cual sugiere que el aceite de semilla de aguacate presenta un alto grado de insaturación; la presencia de insaturaciones en los aceites es debido a los mecanismos propios de la planta para fijar dobles enlaces. Esto podría indicar una buena calidad nutritiva en el aceite de aguacate; sin embargo, es necesario realizar la identificación de estos compuestos. Al realizar la técnica de determinación de peróxidos, no se encontró peróxidos en los aceites, esto sugiere que los aceites podrían contener una gran cantidad de antioxidantes.

Tabla 1.- Características fisicoquímicas del aceite crudo obtenido de la semilla de los desperdicios de mango ataulfo (*Mangifera indica* var. *ataulfo*) y aguacate var. antillana (*Persea americana* var. *americana*).

Aceite crudo	Índice de refracción a 20 °C	Índice de acidez (% de ácido oleico)	Índice de yodo (g de I ₂ / 100 g de aceite)
Mango ataulfo	1.44634 ± 0.0045 ^a	0.180746 ± 0.1766 ^a	46.8394 ± 1.31954 ^b
Aguacate var. antillana	1.42544 ± 0.0195 ^b	0.0518125 ± 0.0302 ^a	232.758 ± 4.5627 ^a

Nota: Letras diferentes en cada columna muestra diferencia estadísticamente significativa con P < 0.05 (prueba de Tukey).

El contenido de aceite obtenido de la semilla de mango ataulfo y de aguacate var. antillana fue de 12.9823 y 9.62867 %, respectivamente (tabla 2); este contenido fue relativamente menor que el contenido de aceite obtenido de otras semillas comestibles como algodón (22–24%), cártamo (30–35%), soja (18–22%), canola (40–48%) y aceituna (12–50%) ((Moo-Huchin, Estrada-Mota, Estrada-León, Cuevas-Glory & Sauri-Duch, 2013).

Tabla 2.- Contenido de aceite crudo de la semilla del mango ataulfo (*Mangifera indica* var. *ataulfo*) y aguacate var. antillana (*Persea americana* var. *americana*).

Aceite crudo	Rendimiento de aceite crudo (%)
Mango ataulfo	12.9823 ± 1.654 ^a
Aguacate var. antillana	9.62867 ± 0.5826 ^b

Nota: Letras diferentes en cada columna muestra diferencia estadísticamente significativa con $P < 0,05$ (prueba de Tukey).

Conclusiones y recomendaciones.

Los resultados obtenidos en la caracterización fisicoquímica de los aceites de semillas de desperdicios del mango ataulfo y aguacate var. antillana, demuestran el potencial que tienen para su aprovechamiento nutricional; sin embargo, es necesario continuar con los estudios pertinentes para analizar la composición química y bioactiva de estos productos. Se considera que el porcentaje de aceite obtenido por el método Soxhlet es bueno, ya que se obtuvieron cantidades considerables de aceite, además de que este método es de bajo costo. La producción de aceite de las semillas de desperdicio mango ataulfo (*Mangifera indica* var. *ataulfo*) y aguacate var. antillana (*Persea americana* var. *americana*), promueve una alternativa de aprovechamiento y al mismo tiempo, una solución a la problemática del desperdicio de alimentos.

Referencias.

- Aguilar, G. (2013). Grupo Técnico de Pérdidas y Mermas de Alimentos en México. Cruzada Nacional Sin Hambre, 1–28. <https://doi.org/10.1103/PhysRevA.69.052105>
- Araújo, R. G., Rodríguez-Jasso, R. M., Ruiz, H. A., Pintado, M. M. E., & Aguilar, C. N. (2018). Avocado by-products: Nutritional and functional properties. *Trends in Food Science and Technology*, 80(August), 51–60. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.07.027>



- Chel-Guerrero, L., Barbosa-Martín, E., Martínez-Antonio, A., González-Mondragón, E., & Betancur-Ancona, D. (2016). Some physicochemical and rheological properties of starch isolated from avocado seeds. *International Journal of Biological Macromolecules*, 86, 302–308. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2016.01.052>
- Díaz, E. A., Hernández, I., Humberto, I., León, A., & León, D. N. (2012). Evaluación de aguacates criollos en Nuevo León, México : región sur * Evaluation of Creole avocados in Nuevo León , Mexico : southern region Resumen Introducción. 3, 245–257. [https://doi.org/10.1016/S0002-9149\(00\)01443-0](https://doi.org/10.1016/S0002-9149(00)01443-0)
- FAO. (2012). Pérdidas y desperdicio de alimentos en el mundo. In *Nucleus* (Vol. 25). <https://doi.org/10.3738/1982.2278.562>
- Moo-Huchin, V., Estrada-Mota, I., Estrada-Leon, R., Fernando Cuevas-Glory, L., & Sauri-Duch, E. (2013). Chemical composition of crude oil from the seeds of pumpkin (*Cucurbita spp.*) and mamey sapota (*Pouteria sapota* Jacq.) grown in Yucatan Mexico. *CYTA - Journal of Food*, 11(4), 324–327. <https://doi.org/10.1080/19476337.2012.761652>
- NMX-F-223-1985. Alimentos. Aceite vegetal comestible. (1985).
- Sumaya, T., Herrera, S., Mónica, L., García, T., Valor, R. E. D. D. E., Mango, D. E. L., Las, E. N. (2012). Value chain of mango and its byproducts based in the nutritional and functional properties. *Artide*, 30, 826,827.



TI12-FUN-030-L

OBTENCIÓN Y CARACTERIZACIÓN QUÍMICO-PROXIMAL DE HARINA DE SEMILLAS DE *Moringa oleifera* PARA ENRIQUECER ALIMENTOS

¹Sánchez Cruz Marlitt*, ¹Santiago Gómez Mirna Patricia, ¹García Santiago Luvia Estefanía, ¹Salazar Govea Alma Yadira

Instituto de Agroindustrias. Universidad Tecnológica de la Mixteca, K.M. 2.5, Carretera a Acatlima, Huajuapán de León, Oaxaca, México. C.P. 69000. marlitt1234@gmail.com

FUNCIONALIDAD Y NUTRICIÓN, INVESTIGACIÓN LICENCIATURA

Resumen.

La *Moringa oleifera* es una planta que se utiliza como materia prima en distintos sectores de la industria alimentaria, farmacéutica y cosmética; pero su uso más amplio conocido es como floculante natural para la purificación del agua; a pesar de que posee una rica fuente de nutrientes, la utilización de las semillas de moringa como fuente de proteína vegetal rara vez se encuentra descrita en la literatura. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue obtener harina de semillas de moringa y realizar su análisis químico-proximal para evaluar su uso como fuente de proteínas y minerales en productos alimenticios. Las semillas se adquirieron en el municipio de Mariscal de Juárez, Oaxaca, las cuales fueron descascaradas, lavadas, hervidas, secadas, molidas, empacadas y almacenadas. Se realizó el análisis proximal (humedad, cenizas, grasas, proteínas y fibra cruda), siguiendo los métodos oficiales establecidos por la AOAC (1997) y la determinación de vitaminas y minerales se realizó mediante servicio externo. Los resultados del análisis fisicoquímico de la harina muestran que contiene 2.99, 5.13, 49.53, 36.89, 3.31 y 2.15 % de humedad, cenizas, proteínas, grasas, fibra cruda y carbohidratos totales, respectivamente y 0.0054, 0.0015, 0.3238, 1.311 y 2.272 % de hierro, zinc, fósforo, potasio y calcio, respectivamente. De acuerdo a los resultados, la harina de semillas de moringa, puede ser una alternativa viable de ingrediente nutricional en productos alimenticios debido a su contenido rico en grasas, proteínas y minerales, como calcio y potasio, que son necesarios para tener una dieta saludable.



Palabras clave: *Moringa oleifera*, harina de semillas, valor nutricional, caracterización fisicoquímica.

Introducción.

La *Moringa oleifera* es una de las 13 especies identificadas de la familia Moringaceae originaria de la zona de los Himalayas y nativa de la India, Paquistán, Bangladesh y Afganistán. En México, se distribuye por la costa del Pacífico, desde el sur de Sonora hasta Chiapas, incluyendo la península de Baja California; por las condiciones climáticas, la moringa es abundante en las llanuras cálidas del sur del Istmo de Tehuantepec en Oaxaca, la región central de Chiapas y en las cercanías de Apatzingán en Michoacán. La moringa es un árbol delgado, perenne, de rápido crecimiento, llegando a alcanzar entre los 7 y 12 m de altura; posee una copa abierta y ramas espaciadas inclinadas y frágiles, su fruto es una vaina ligera, casi cilíndrica, que mide entre 10 a 40 cm de longitud y de 2 a 2.5 cm de diámetro, cuando se seca es de color marrón oscuro, con cápsulas trilobuladas, leñosas y posee una cantidad aproximada de 12 a 25 semillas (Amador, 2016), las cuales tienen un diámetro de 1.5 a 3 cm, con una cáscara de color café oscuro y tres alas de color beige; al removerla se obtiene el endospermo que es blanquecino y muy oleaginoso (Cando e Intriago, 2017). Las semillas de moringa, aunque ligeramente amargas y astringentes, se usan para condimentar alimentos o como nueces tostadas en algunos lugares (Al-Kahtani & Abou-Arab, 1993), pero su uso más amplio conocido es como floculante natural para la purificación del agua; las semillas de moringa presentan siete aminoácidos esenciales, a saber, treonina, valina, metionina, isoleucina, leucina, fenilalanina y lisina (Liang et al., 2019), así como un 65.7 % de ácido oleico, el cual es un ácido graso monoinsaturado que se considera como una fuente saludable de grasa (Paniagua y Chora, 2016), pero a pesar de su rica fuente de nutrientes, la utilización de las semillas de moringa como fuente de proteína vegetal, rara vez se encuentra descrita en la literatura. Por lo tanto, el presente estudio investiga las propiedades fisicoquímicas de la harina de semillas de *Moringa oleifera*, con el objetivo de extender el conocimiento acerca de su uso como fuente de proteínas y minerales en productos alimenticios.



Objetivo general.

Obtener harina de semillas de *Moringa oleifera*, y caracterizarla mediante análisis químico-proximal.

Objetivos específicos.

1. Obtener harina de semillas de *Moringa oleifera* cultivada en Mariscala de Juárez.
2. Evaluar la composición química y proximal de la harina de semillas de moringa.
3. Difundir el conocimiento acerca del uso de las semillas de *Moringa oleifera* como fuente de proteínas y minerales en productos alimenticios.

Metodología.

Materiales y métodos

Preparación de la harina de semillas de moringa: Para esta investigación se utilizaron las semillas de moringa (*Moringa oleifera*), las cuales fueron obtenidas de los cultivos establecidos en el municipio de Mariscala de Juárez, Oaxaca en la región mixteca (17°52'00"N 98°08'00"O). Para la elaboración de la harina de semillas, se siguió la metodología de Ogunsina et al. (2011) con algunas modificaciones, en donde primeramente las semillas se descascaron y posteriormente se llevaron a inmersión en un recipiente con agua potable, calentándolas hasta ebullición durante 35 minutos, utilizando una relación 1:6 (p/v). Enseguida, las semillas se escurrieron y se colocaron en charolas para deshidratarlas en una estufa de secado a 80 °C durante 10 horas. Finalmente, las semillas se molieron en un molino (KRUPS® GX4100) hasta obtener un tamaño de partícula de 425 µm.

Análisis Proximal y Químico: A la harina de semillas de moringa se le realizó el análisis proximal, el cual consiste en la cuantificación de humedad, cenizas, proteínas, grasas y fibra cruda (AOAC, 1997), así como el contenido de carbohidratos totales, determinado por la diferencia de 100 menos el contenido de los análisis antes mencionados. La determinación de vitaminas y minerales se realizó mediante servicio externo.

Análisis de resultados.

El análisis proximal y químico presentado en la Tabla 1 revela que la harina de semillas de moringa cultivada en Mariscala de Juárez, Oaxaca posee una buena fuente de proteínas, cenizas, grasas y minerales. En este estudio se encontró que la harina de semillas de moringa cultivada en Mariscala de Juárez, Oaxaca contiene 49.53 ± 0.67 % de proteínas, similar a la cantidad reportada para las semillas cultivadas en Ecuador (48.28 ± 0.21 %), 1.3 y 1.4 veces mayor a lo reportado en las semillas cultivadas en China (38.10 ± 0.95 %) y África (35.37 ± 0.07 %) respectivamente. En cuanto al contenido de cenizas, se encontró un valor de 5.13 ± 0.02 % para las semillas cultivadas en Mariscala de Juárez; como puede observarse, el valor es 1.8 y 1.2 veces más alto a lo reportado en las semillas cultivadas en China (2.79 ± 0.20 %) y Ecuador (4.09 ± 0.51 %), respectivamente, pero muy similar a lo que se reporta para las semillas cultivadas en África (4.98 ± 0.04 %). Para el caso de las grasas, se reporta un valor de 36.89 ± 0.70 %, similar a lo encontrado en las semillas cultivadas en China (39.62 ± 0.70 %), 2 veces más alto que lo reportado para las semillas cultivadas en Ecuador (17.44 ± 0.21 %) y 1.1 veces aproximadamente más bajo que lo reportado para las semillas cultivadas en África (43.56 ± 0.03 %). Con respecto al contenido de humedad, se puede observar que la harina de semillas cultivadas en Mariscala de Juárez posee una humedad de 2.99 ± 0.04 %, similar a lo reportado para las semillas cultivadas en África (2.14 ± 0.01 %), en contraste a lo que se reporta en China (4.88 ± 0.26 %) y Ecuador (5.90 ± 0.10 %), que son 1.6 y 1.9 veces más alto, respectivamente. El contenido de fibra cruda de semillas cultivadas en Mariscala de Juárez es de 3.31 ± 0.65 % similar a lo reportado en China (3.62 ± 0.28 %), 1.4 y 3 veces más bajo a lo reportado en las semillas cultivadas en África (4.70 ± 0.20 %) y Ecuador (10.24 %) respectivamente. En cuanto a los carbohidratos totales, las semillas cultivadas en Mariscala de Juárez contienen 2.15 ± 0.92 %, que son 11, 7 y 4 veces menor a lo reportado en las semillas cultivadas en Ecuador (24.36 %), China (15.49 ± 0.63 %) y África (9.17 ± 0.25 %), respectivamente. Las diferencias que se encontraron entre las semillas cultivadas en Mariscala de Juárez, Oaxaca y las cultivadas en otros países (China, Ecuador y África), se relacionan principalmente con factores ambientales, geológicos y genéticos que posee cada región y que, por lo tanto, modifican la composición de las semillas. Por otro

lado, en la Tabla 1 se muestra el contenido de vitaminas y minerales presentes en la harina de semillas de *Moringa oleifera*, la cual señala que las semillas cultivadas en Mariscala de Juárez contienen 1.311 % de potasio que es 2 y 5 veces mayor a lo reportado en China (0.5637 %) e India (0.2357 %), respectivamente; el contenido de calcio para las semillas cultivadas en Mariscala de Juárez es de 2.272 % que son 187, 28 y 18 mayor que lo reportado en las semillas cultivadas en India (0.0121 %), África (0.079 %) y China (0.1241 %), respectivamente. Por otro lado, el contenido de minerales como el fierro, zinc y fósforo, se encuentran en menor cantidad, tanto en las semillas estudiadas en el presente proyecto como en lo reportado en la literatura; esta variación observada se debe probablemente a los efectos ambientales; con respecto a la vitamina A, este estudio reporta un valor de 179.02 U.I./100.

Tabla 1. Análisis proximal y químico de la harina de semillas de *Moringa oleifera*.

Análisis químico proximal	Mariscala de Juárez, Oaxaca (%)	China Zhao, et al., 2019 (%)	Ecuador Álvarez, 2017 (%)	África Compaoré et al., 2011 (%)
Humedad	2.99 ± 0.04*	4.88 ± 0.26*	5.90 ± 0.10*	2.14 ± 0.01*
Cenizas	5.13 ± 0.02*	2.79 ± 0.20*	4.09 ± 0.51*	4.98 ± 0.04*
Proteínas	49.53 ± 0.67*	38.10 ± 0.95*	48.28 ± 0.21*	35.37 ± 0.07*
Grasas	36.89 ± 0.70*	39.62 ± 0.70*	17.44 ± 0.21*	43.56 ± 0.03*
Fibra cruda	3.31 ± 0.65*	3.62 ± 0.28*	10.24	4.70 ± 0.20*
Carbohidratos totales	2.15 ± 0.92*	15.49 ± 0.63*	24.36	9.17 ± 0.25*
Vitaminas y minerales	Mariscala de Juárez, Oaxaca (%)	China Zhao, et al., 2019 (%)	India Liang et al., 2019 (%)	África Compaoré et al., 2011 (%)
Fierro	0.0054	0.0035	0.0036	0.0120
Zinc	0.001564	Nd	0.000837	0.30047
Fósforo	0.3238	Nd	Nd	0.525
Potasio	1.311	0.5637	0.2357	Nd
Calcio	2.272	0.1241	0.0121	0.079
Vitamina A	179.02 U.I./100 g			

Nota. *Media ± desviación estándar, media de tres réplicas. Nd: No determinado.



Conclusiones.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se muestra que la harina de semillas de *Moringa oleifera* puede ser una alternativa viable de ingrediente para enriquecer productos alimenticios, como pastas, galletas, cereales de caja y panes; debido a su contenido rico en grasas, proteínas y minerales como calcio y potasio, que son necesarios para tener una dieta saludable.

Referencias.

- Al-Kahtani HA, Abou-Arab AA. (1993). Comparison of physical, chemical and functional properties of *Moringa peregrina* (Al-Yassar or Ao-Ban) and soybean proteins. *Cereal Chem* 70:619–626.
- Álvarez M. A. B. (2017). Valor Nutricional de la *Moringa oleifera*. Mito o Realidad (Trabajo de titulación) Universidad San Francisco de Quito USFQ. Quito, Ecuador.
- Amador, G. O. K. (2016). Estudio bromatológico de hojas de *Moringa oleifera in vitro* y *ex vitro* y análisis del efecto hipoglucemiante en ratas Wistar diabetizadas (Tesis de maestría). Universidad Autónoma de Aguascalientes, México.
- AOAC. (1997). Official Methods of Analysis of AOAC International. Volumen II y III. 16th ed. Edited by Patricia Cunniff.
- Cando, C. R. J. e Intriago, F. E. R. (2017). Diseño de la valoración proteica de hojas y semillas de *Moringa oleifera*, durante su desarrollo vegetativo y almacenamiento (Proyecto integrador). Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil-Ecuador.
- Compaoré, W. R., Nikièma, P.A., Bassolè, H. I. N., Savadog, A., & Mouecoucou, J. (2011). Chemical Composition and Antioxidative Properties of Seeds of *Moringa oleifera* and Pulps of *Parkia biglobosa* and *Adansonia digitata* Commonly used in Food Fortification in Burkina Faso. *Current Research Journal of Biological Sciences*, 3(1), 64-72.



- Liang, L., Wang, C., Li, S., Chu, X., & Sun, K. (2019). Nutritional compositions of Indian *Moringa oleifera* seed and antioxidant activity of its polypeptides. *Food Science and Nutrition*, 7(5), 1754–1760. doi:10.1002/fsn3.1015
- Ogunsina, B. S., Radha, C. & Indrani, D. (2011). Quality characteristics of bread and cookies enriched with debittered *Moringa oleifera* seed flour. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 62(2), 185–194. doi: 10.3109/09637486.2010.526928
- Paniagua, A. & Chora, J. (2016). Elaboración de aceite de semillas de *Moringa oleifera* para diferentes usos. Artículo Revista de Ciencias de La Salud, 3(9), 36-46. Recuperado de http://www.ecorfan.org/bolivia/researchjournals/Ciencias_de_la_Salud/vol3num9/Revista_Ciencias_de_la_Salud_V3_N9_5.pdf
- Zhao, B., Li, H., Lan, T., Wu, D., & Chen, Z. (2019). Characterization of the Chemical Composition of Chinese *Moringa oleifera* Seed Oil. *JAOCS, Journal of the American Oil Chemists' Society*, 96(5), 523–533. doi: 10.1002/aocs.12203

TI12-FUN-032-PM

APLICACIÓN DE UN DISEÑO EXPERIMENTAL PARA EL ENRIQUECIMIENTO DE TORTILLAS CON HARINA DE *Brosimum alicastrum* y *Cucurbita argyrosperma* Huber

*¹Góngora Chi G.J., ¹Sauri Duch E., ²Estrada León R.J., ¹Moo Huchin V.M.

¹Tecnológico Nacional de México/I.T. Mérida, Av. Tecnológico Km 4.5 S/N CP. 97118. Mérida, Yucatán, México. ²Instituto Tecnológico Superior de Calkiní en el Estado de Campeche, Av. AH-Canun, S/N San Felipe, C.P. 24900 Calkiní, Campeche, México.
Ln.johanna@hotmail.com

FUNCIONALIDAD Y NUTRICIÓN, INVESTIGACIÓN POSGRADO MAESTRÍA.

Resumen.

La tortilla de maíz es considerada una excelente fuente de energía debido a su alto contenido de almidón, reportando un consumo *per capita* de 300 g al día; sin embargo, su aporte proteico es mínimo y deficiente en compuestos fenólicos totales (CFT) y actividad antioxidante. Por ello, la importancia de explorar nuevas fuentes que agreguen valor nutricional y puedan ser utilizados para la formulación de alimentos. Ejemplo de ello es el fruto de ramón (*Brosimum alicastrum*), un fruto promisorio con gran valor antioxidante (catequina y ácido vanílico); y la pepita de calabaza (*Cucurbita argyrosperma* Huber) con un alto contenido proteico (40%). Este estudio tuvo como objetivo aplicar un diseño de mezclas centroide simplex para la formulación y evaluación de tortillas de maíz enriquecidas, con alto contenido de polifenoles (M1) y alto contenido proteico (M2), conservando parámetros físicos de calidad de la tortilla. La proporción de la formulación M1 fue de 72.2% harina de maíz nixtamalizado (HMN), 27% harina de semilla de ramón (HR) y 0.8% harina de pepita de calabaza desengrasada (HPCD). Para M2, la proporción fue de 50 % HMN, 6 % HR y 44 % HPCD. Para ambas mezclas, se evaluaron las propiedades físicas (inflado y rolabilidad) y químicas (CFT y contenido de proteína cruda). Como resultado, se obtuvo que en ambas mezclas, se mejoró el contenido proteico en 4.08% y 10.25% para M1 y M2, respectivamente, en comparación con el control (HMN) 3.76%. El contenido de CFT fue de



0.53±0.00 y 0.10±0.00 g EAG/100 g tortilla base húmeda (BH) para M1 y M2, respectivamente; ambos casos fueron mayor que el control (0.04±0.00 g EAG/100 g tortilla BH). Como conclusión, acorde a los resultados, las tortillas de maíz fueron mejoradas en relación con el contenido de proteína y contenido de CFT conservando su calidad, utilizando un diseño experimental de mezclas.

Palabras claves: tortilla, funcional, compuestos fenólicos totales, proteína.

Introducción.

La tortilla es un alimento de consumo cotidiano en México y su condición de alimento básico, lo hace único para enriquecerlo y así ayudar a mejorar el estado de nutrición de las personas (Carrasco-Quintero et al., 2011). La Norma Oficial Mexicana NOM-187-SSA1/SCFI-2002 define como “tortilla” al producto elaborado con masa que puede ser mezclada con ingredientes opcionales y que es sometida a cocción. Este producto alimenticio ha reportado un consumo *per capita* de 300 g al día. (Rojas-Molina et al., 2007). El consumo de 150 g de tortilla con 42 % de humedad, provee alrededor de 350 kcal aproximadamente (Mora-Rochin et al., 2010); por tanto, la tortilla de maíz es considerada una excelente fuente de calorías, debido a su alto contenido de almidón (del cual el 93% es digerido y absorbido); sin embargo, en su composición química, se reportan deficiencias en lisina y triptófano (dos aminoácidos esenciales); además de tener un bajo contenido de fibra (1.5%), compuestos fenólicos y otros antioxidantes (Rooney & Serna-Saldivar, 2015; Mora-Rochin et al., 2010).

Las tendencias actuales se han encaminado hacia el uso de materias primas de bajo costo que puedan representar un valor agregado a sus fuentes originales y a los procesos de los cuales se obtiene (Ayala-Zavala et al., 2011; Balasundram et al., 2006). El uso de ingredientes de la región es una opción de recurso disponible y económicamente viable, tal es el caso del fruto de ramón (*Brosimum alicastrum*), un fruto promisorio con gran valor antioxidante (catequina, ácido vanílico, gálico y sináptico); y la pepita de calabaza (*Cucurbita argyrosperma* Huber) con gran contenido proteico de aproximadamente 40 %.

Debido a la importancia de mejorar o mantener las propiedades nutricias, funcionales y físicas de las tortillas cuando se utilizan harinas distintas al maíz, en el presente trabajo se tiene como objetivo formular y evaluar las propiedades físico-químicas, nutricionales y de

funcionalidad *in vitro* de la tortilla de maíz adicionada con harina de *Brosimum alicastrum* y de *Cucurbita argyrosperma* Huber.

Objetivo general.

Optimizar mezclas de harinas (*Zea mays*, *Brosimum alicastrum* y *Cucurbita argyrosperma* Huber) para la elaboración de tortillas enriquecidas y caracterizar sus propiedades físico-químicas.

Objetivos específicos.

Optimizar por diseño de mezclas (HMN, HR y HC) la elaboración de tortillas con mayor contenido de proteínas y compuestos fenólicos totales manteniendo sus propiedades físicas.

Metodología.

Obtención de harina: El subproducto obtenido de la extracción por prensado mecánico de aceite de semillas de *Cucurbita argyrosperma* Huber, fue adquirido del Laboratorio de Instrumentación Analítica del Instituto Tecnológico de Mérida. Las semillas de *Brosimum alicastrum* fueron recolectados en distintas localidades en el Estado de Campeche y Yucatán durante el periodo de enero a junio. El grano blanco de maíz (*Zea mays*) fue adquirido en la localidad de Hecelchakán, ubicada en el Estado de Campeche y fue sometido a nixtamalización siguiendo la metodología descrita por Paredes López et al. (2009). Las materias primas fueron secadas en estufa de convección, procesadas en molino, y se redujo el tamaño de partícula en un tamiz de malla No. 100; posteriormente fueron almacenadas a 4°C en bolsas de polietileno de baja densidad con cierre hermético para los análisis posteriores.

Diseño experimental: Se aplicó un diseño simplex-centroide de tres variables (Scheffe', 1963; Hare, 1974) y fue analizado con el programa Design Expert. Los parámetros considerados en el diseño experimental, con el fin de encontrar las mezclas óptimas para la elaboración de las tortillas enriquecidas fueron: propiedades físicas comparables a la tortilla

de maíz (rolabilidad y grado de inflado), mayor contenido de CFT y proteína respecto a la tortilla de maíz nixtamalizada tradicionalmente.

Métodos analíticos: Determinación de compuestos fenólicos. Los compuestos fenólicos totales fueron determinados siguiendo la metodología de Singleton & Rossi (1965).

Determinación de proteína: La determinación de proteínas totales se realizó por el método de Kjeldahl (AOAC, 2001.11)

Propiedades físicas de calidad: rolabilidad e inflado. Los parámetros de rolabilidad y grado de inflado fueron determinados acordes a la metodología descrita por Flores-Farías et al. (2000).

Resultados y discusión.

La región óptima para los atributos deseados, fueron delimitados en la superficie de los gráficos de contorno. La figura 1 representa la región óptima para conservar las propiedades físicas y aumentar el contenido de CFT; así mismo, la figura 2 muestra la región óptima, maximizando el contenido proteínico total.

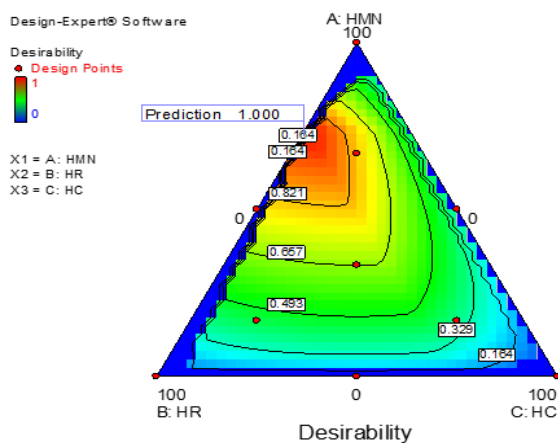


Figura 1. Región óptima, obtenida superponiendo los gráficos de contorno, otorgando mayor grado de importancia a la conservación de las propiedades físicas y aumento del contenido de fenoles totales

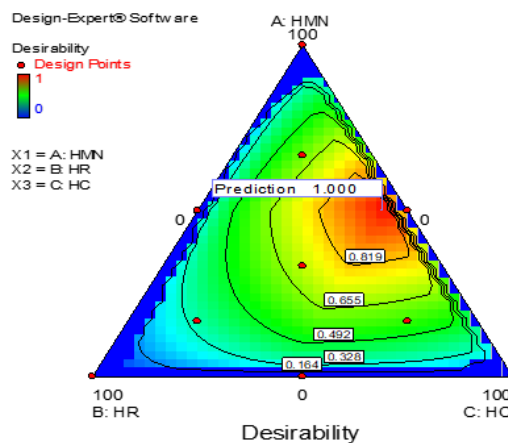


Figura 2. Región óptima, obtenida superponiendo los gráficos de contorno, maximizando el contenido proteínico total.



El diseño experimental fue validado en laboratorio; se midieron las propiedades físicas (rolabilidad e inflado), CFT y contenido de proteína total de las mezclas óptimas y el control (100% harina de maíz nixtamalizado). La tabla 1 muestra los resultados:

Tabla 1. Propiedades físicas, CFT y contenido de proteína total de las variables de respuesta de las mezclas óptimas y el control.

	Rolabilidad ^A	Grado de inflado ^B	CFT (g EAG/100 g BH)	Proteína cruda BH (%)
M1	1±0.00	1.3±0.00	0.53±0.00	3.91±0.45
M2	3±0.00	1.8±0.00	0.10±0.00	10.25±0.55
Control	1±0.00	1±0.00	0.04±0.00	3.76±0.02

Escala subjetiva (Flores-Farías et al., 2000). A Rolabilidad: 1 a 5 (1 = 0 % rotura, 2 = 25% de rotura, 3 = 50 % de rotura, 4 = 75 % de rotura, 5 = 100 % de rotura). B Inflado: 1 a 3 [1 = completamente inflado (70-100 %), 2 = inflado medio (30-70 %), 3 = no inflado (0-30 %)].

Conclusiones y/o recomendaciones.

Acorde a los resultados, el diseño experimental pudo predecir las formulaciones óptimas para la elaboración de tortillas enriquecidas, una con mayor actividad antioxidante y otra con mayor contenido de proteína, ambas conservando las propiedades físicas comparables a la tortilla de maíz nixtamalizado (rolabilidad e inflado). El contenido de proteína total fue aumentado significativamente en la mezcla 2, así como el contenido de compuestos fenólicos totales en la mezcla 1; demostrando que la tortilla de maíz puede ser un medio viable para la adición de materias primas y aumentar el valor nutricional del alimento.

Es necesario realizar más estudios sobre la caracterización de las mezclas óptimas para poder darle mayor valor agregado a las tortillas enriquecidas.

Referencias.

Rojas-Molina, I., Gutierrez-Cortez, E., Palacios-Fonseca, A., Baños, L., Pons-Hernández, J. L., Guzmán-Maldonado, S. H., & Rodríguez, M. E. (2007). Study of structural and



thermal changes in endosperm of quality protein maize during traditional nixtamalization process. *Cereal chemistry*, 84(4), 304-312.

Rooney, L. W., & Serna-Saldivar, S. O. (2015). *Tortillas: Wheat Flour and Corn Products*. Elsevier.

Ayala-Zavala, J. F., Vega-Vega, V., Rosas-Domínguez, C., Palafox-Carlos, H., Villa-Rodríguez, J. A., Siddiqui, M. W. & González-Aguilar, G. A. (2011). Agro-industrial potential of exotic fruit byproducts as a source of food additives. *Food Research International*, 44(7), 1866-1874.



TI12-FUN-033-PM

OPTIMIZACIÓN DEL CONTENIDO DE ANTOCIANINAS TOTALES DE CÁSCARA DE *Crysophyllum cainito* L. UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DE SUPERFICIE DE RESPUESTA.

¹Ku Canul C.Y., * ¹Sauri Duch E., ²Estrada León R.J., ¹Moo Huchin V.M.

¹Tecnológico nacional de México/I.T. Mérida, Av. Tecnológico Km 4.5 S/N CP. 97118. Mérida, Yucatán, México. ²Instituto Tecnológico Superior de Calkiní en el Estado de Campeche. Av. Ah-Canul S/N. Carretera Federal, CP 24900. Calkiní, Campeche, México.

e-mail: kc_cindialy28@outlook.com

FUNCIONALIDAD Y NUTRICIÓN, INVESTIGACIÓN POSGRADO MAESTRÍA

Resumen.

Las antocianinas son pigmentos de origen vegetal con propiedades benéficas para la salud entre ellas la actividad antioxidante, la cual es importante en la prevención de enfermedades neuronales y cardiovasculares, además poseen potencial como colorantes en la industria. Sin embargo, cuando se realiza la extracción de estos pigmentos a partir de vegetales se requiere identificar las condiciones óptimas para evitar tiempos de extracción prolongados a altas temperaturas que se asocian a una reducción de su bioactividad. Actualmente existe interés en la utilización de fracciones no comestibles de frutas para la obtención de compuestos bioactivos tales como las antocianinas. El *Crysophyllum cainito* L. es una fruta tropical muy consumida en Yucatán; sin embargo, la cáscara de color púrpura es desechada como una fracción no comestible (63.3% con base al fruto entero) y que puede ser una fuente interesante de antocianinas. El trabajo tuvo como objetivo establecer las condiciones de relación sólido-líquido, temperatura y tiempo, para optimizar la extracción de antocianinas totales de cáscara de *Crysophyllum cainito* L. usando la metodología de superficies de respuesta. El rango de cada variable fue establecido con base a una investigación exploratoria: relación líquido-sólido (25 a 65 mL/g), temperatura (25 a 45 °C) y tiempo (30 a 100 min). El esquema



experimental consistió en un diseño central compuesto rotatable 23, y las condiciones óptimas encontrados fueron: temperatura 36.58 °C, relación líquido-sólido: 78.46 mL/g y un tiempo de 74.79 min; donde el factor que más influyó en la recuperación de las antocianinas de la cáscara resultó la relación líquido-sólido, obteniendo una recuperación máxima de antocianinas de 331.25 ± 0.93 mg cianidina, 3 glucósido/100 g de cáscara seca. Se concluye que la aplicación de un diseño experimental permitió establecer las condiciones de extracción máxima de antocianinas de un subproducto de *Crysophyllum cainito* L.

Palabras clave: antocianinas, optimización, caimito morado.

Introducción.

Las antocianinas son compuestos hidrosolubles pertenecientes a la familia de los flavonoides responsables de los pigmentos amarillos, naranja, rojo, magenta, violeta y azul en diversas plantas y frutas. Actualmente son interés de estudio dado que contienen propiedades benéficas para la salud, entre ellas la actividad antioxidante que desempeña un papel importante en la prevención de enfermedades neuronales, cardiovasculares y con efectos positivos ante enfermedades como el cáncer y la diabetes, además su aplicación como colorante en la industria alimentaria, farmacéutica y cosmética (Rodríguez-Amaya, 2018). El Sureste de México, específicamente, la Península de Yucatán, posee un ecosistema tropical en donde ofrece una amplia gama de frutas nativas con diversas coloraciones que pueden resguardar una amplia variedad estructural de sustancias con potencial bioactivo en su pulpa y cáscara, como las antocianinas; sin embargo, actualmente es importante la revalorización de subproductos de la fruta como piel, cáscara, semillas, huesos y otra fracciones no comestibles de poco valor para la recuperación éstos compuestos bioactivos, tal es el caso del caimito con cáscara color morado (Moo-Huchin et al., 2015; Can-Cauich et al., 2017).

Los sistemas de extracción reportados en la literatura no son universales, cuando se tiene nuevo material para la extracción de antocianinas, se recomienda estandarizar la extracción evaluando los factores que pueden influir en el proceso como el solvente, la relación líquido-sólido, la temperatura, el tiempo y se puede optimizar condiciones de extracción para la



recuperación máxima de estos compuestos; por tanto en el presente trabajo se tiene como objetivo optimizar la extracción de antocianinas de cáscara de *Crysophyllum cainito* L.

Objetivo general.

Establecer las condiciones de relación sólido-líquido, temperatura y tiempo, para optimizar la extracción de antocianinas totales de cáscara de *Crysophyllum cainito* L. usando la metodología de superficies de respuesta.

Objetivos específicos.

Evaluar el efecto de la relación líquido-sólido, temperatura y tiempo de extracción de antocianinas utilizando un diseño central compuesto 23 sobre el contenido de antocianinas totales.

Optimizar las condiciones para la recuperación máxima de antocianinas totales usando la metodología de superficies de respuesta (MSR).

Metodología.

Materia prima: Los frutos de caimito con cáscara morada (*Crysophyllum cainito* L.) fueron recolectados en la localidad de Calkiní, Campeche, la cáscara fue retirada de la fruta de manera manual, cortadas y sometidas a liofilización. Tras el secado, las cáscaras fueron trituradas en una licuadora hasta obtener un polvo que fue almacenado a -20°C en bolsas oscuras con cierre hermético.

Diseño experimental para la extracción de antocianinas de la cáscara de Crysophyllum cainito L. La extracción de las antocianinas de la cáscara de caimito morado fue llevada a cabo mediante la extracción sólido-líquido, empleando como disolvente de extracción etanol 70 % (v/v en agua destilada) acidificado con HCl 1N (85:15) , el rango de cada variable fue establecido con base a una investigación exploratoria donde: la relación líquido-sólido con valor mínimo de 25 mL/g y un valor máximo de 65 mL/g, en cuanto a la temperatura los valores fueron de 25 °C hasta 45 °C y en el tiempo los valores fueron desde 30 a 100 min.

Se utilizó la Metodología de Superficie de Respuesta para evaluar el efecto de los parámetros que intervienen en la recuperación máxima de antocianinas del polvo de cáscara de caimito morado. El diseño experimental consistió de un diseño central compuesto rotatable 23, resultando con un total de 17 corridas experimentales. Una vez que se obtuvieron los extractos de antocianinas, éstos fueron centrifugados y se recuperó el sobrenadante para su almacenamiento a -20°C en tubos protegidos de la luz.

Determinación de antocianinas totales. La concentración de antocianinas totales se determinó por el método de pH diferencial (Giuti y Wrosłtad, 2001).

Resultados.

El factor más influyente en la recuperación de las antocianinas de la cáscara de caimito morado resultó la relación líquido-sólido. La Figura 1 representa el gráfico de la superficie de respuesta, donde se puede observar un comportamiento lineal de la relación líquido-sólido es decir que al ir aumentando este factor aumenta la concentración de antocianinas en el proceso de extracción. Mediante la metodología de superficie de respuesta (MSR) se obtuvieron las condiciones para la extracción máxima de antocianinas de cáscara de caimito morado, con una temperatura de 36.58°C , relación líquido-sólido de 78.46 mL/g y un tiempo de 74.79 min ; dando una recuperación máxima de antocianinas de $331.25 \pm 0.93\text{ mg cianidina 3 glucósido/100 g}$ de cáscara seca.

La validación del modelo en base a la correlación de los valores predichos y los valores experimentales en la recuperación de antocianinas de la cáscara de caimito morado, indican que la metodología de superficies de respuesta es una herramienta fiable para la optimización.

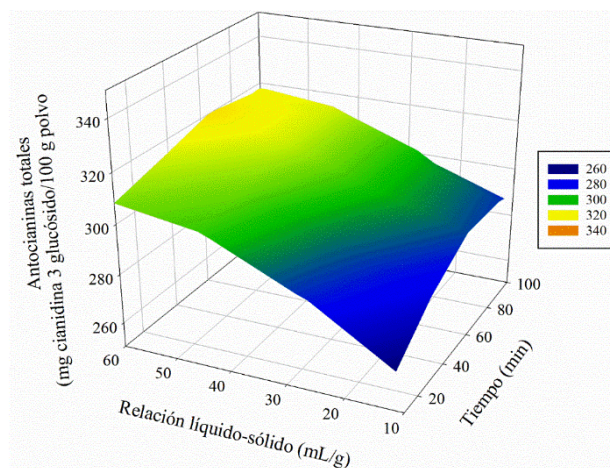


Figura 1. Gráfico de superficie de respuesta para la recuperación de antocianinas en la cáscara de *Cryosophyllum cainito L.*

Conclusiones.

De acuerdo a los resultados se logró establecer las condiciones óptimas para la extracción de antocianinas a partir de la cáscara de *Cryosophyllum cainito L.*, demostrando ser una buena de fuente de pigmentos con potencial promisorio. Debido a que las antocianinas de caimito morado, han sido poco estudiadas es recomendable realizar el perfil de antocianinas individuales por HPLC, así como estudios de estabilidad del extracto de antocianinas con el fin de conocer su comportamiento para una futura aplicación en la industria de alimentos.

Referencias.

- Can-Cauich, C. A., Sauri-Duch, E., Betancur-Ancona, D., Chel-Guerrero, L., González-Aguilar, G. A., Cuevas-Glory, L. F., y Moo-Huchin, V. M. (2017). Tropical fruit peel powders as functional ingredients: Evaluation of their bioactive compounds and antioxidant activity. *Journal of functional foods*, 37, 501-506.
- Giusti, M. M., & Wrolstad, R. E. (2001). Anthocyanins. Characterization and measurement with UV-visible spectroscopy. *Current protocols in food analytical chemistry*, 1, 1-13.



Moo-Huchin, V. M., Moo-Huchin, M. I., Estrada-León, R. J., Cuevas-Glory, L., Estrada-Mota, I. A., Ortiz-Vázquez, E., y Sauri-Duch, E. (2015). Antioxidant compounds, antioxidant activity and phenolic content in peel from three tropical fruits from Yucatan, Mexico. *Food chemistry*, 166, 17-22.

Rodriguez-Amaya, D. B. (2018). Natural food pigments and colorants. In *Bioactive Molecules in Food* (pp. 1-35). Springer, Cham.

TI12-FUN-036-L

**APROVECHAMIENTO DE CÁSCARA Y PULPA DE MANGO *Mangifera indica*
VARIEDAD ATAÚLFO Y SEMILLA DE CÁÑAMO EN UNA BEBIDA TIPO
KÉFIR**

¹Carrión Sánchez María Fernanda*, ¹Figueroa Villarreal Leticia, ¹Molina Arciniega Ma. del
Consuelo, ¹Vicuña Gómez Daniel Mauricio.

Laboratorio Ciencia y Tecnología de Alimentos. Facultad de Estudios Superiores
Cuautitlán (UNAM). País: México

Correo electrónico del autor: marifer5_44@hotmail.com

FUNCIONALIDAD Y NUTRICIÓN, INVESTIGACIÓN LICENCIATURA.

Resumen.

El kéfir es una bebida láctea fermentada por bacterias ácido lácticas y levaduras que tiene beneficios en la salud humana, debido a que es un alimento con probiótico; al mismo tiempo, se considera un producto apropiado para la industria láctea; sin embargo, es un producto poco conocido y de poco consumo en México, por lo que es necesario introducirlo al mercado. Este trabajo consistió en aprovechar la pulpa, así como la cáscara a del mango Ataúlfo (*Mangifera indica* L.) en una bebida fermentada tipo kéfir con semilla de cáñamo.

Se realizó una encuesta de mercado para comprobar su viabilidad comercial.

Durante el proceso se monitoreó pH, acidez y concentración de gránulos de kéfir para el cumplimiento de normas. Además, se realizó un análisis químico proximal, microbiológico y sensorial. Los resultados indicaron que es viable su elaboración y la evaluación sensorial que el concentrado con mayor contenido de mango tuvo una mejor aceptación. Se concluye que el aprovechamiento de la cáscara y pulpa del mango en la elaboración de un kéfir es una alternativa agroalimentaria viable, debido a que al agregar la cáscara aumenta un 4.12 % de fibra en el producto final.

Palabras clave: Mango Ataúlfo, cáscara, kéfir, probióticos, alimento funcional.

Introducción y justificación.

Hoy en día, se ha popularizado el refrán “eres lo que comes”. Los alimentos funcionales de mayor desarrollo incluyen prebióticos, probióticos y fibra. Por lo, se desarrollará una bebida fermentada tipo kéfir con el aprovechamiento del mango (cáscara y pulpa), como alternativa para obtener subproductos agroindustriales adicionado con semilla de cáñamo, considerando la Ley General para la Regulación del cáñamo industrial, así como utilizando semillas autorizadas por COFEPRIS para su uso, como fuente de fibra para que la población tenga alimentos funcionales, beneficiando y cuidando su salud.

Objetivo general.

Desarrollar una bebida funcional fermentada tipo kéfir a base de mango variedad Ataúlfo (cáscara y pulpa) para su aprovechamiento integral adicionado con semilla de cáñamo para aportar un beneficio nutricional mayor a los del mercado.

Objetivos particulares.

1. Evaluar la viabilidad de la bebida funcional fermentada tipo kéfir por medio de un estudio de mercado encuestando a 73 personas de ambos sexos, mayores de 18 años.
2. Desarrollar diferentes prototipos de bebida fermentada tipo kéfir variando las proporciones de base de mango, cáscara y de semilla de cáñamo y mediante una prueba sensorial de agrado con escala, aplicada a jueces semi-entrenados para elegir el prototipo que presente los mejores atributos sensoriales.
3. Realizar análisis químico proximal (humedad, carbohidratos, lípidos, proteína, fibra cruda, cenizas) y análisis microbiológico al prototipo seleccionado mediante técnicas y normas oficiales para comprobar su funcionalidad y características establecidas en las normas del producto, así como su calidad higiénica.



4. Realizar análisis microbiológico determinando microorganismos viables y comprobar su beneficio probiótico.

Metodología.

Se realizó una encuesta de mercado. Se caracterizaron, pulpa y cáscara de mango molido para realizar su análisis químico; posteriormente se preparó la base de la fruta para la bebida, se estandarizó el proceso de elaboración del kéfir, se elaboraron prototipos con un diseño experimental de mezclas con dos componentes variando contenido de mango y semilla de cáñamo. Los prototipos se sometieron a una evaluación sensorial para seleccionar el prototipo que presente los mejores atributos sensoriales y así realizar las determinaciones de AQP y análisis microbiológico; también se comprobó la presencia de microorganismos probióticos. Se realizó una prueba sensorial de aceptación del producto.

Resultados y análisis.

En la realización de la encuesta de mercado a 73 personas mayores de edad de ambos sexos en donde el 48 % es masculino y el 52 % es femenino. El 57.54 % de la población sabe que es un alimento funcional, el 79.4 % de la población consumiría la bebida láctea fermentada tipo kéfir con el aprovechamiento de la cáscara y pulpa de mango adicionado con semilla de cáñamo. Finalmente, la población compraría el producto a un precio entre 25 a 30 pesos en una presentación de 200 mL en envase de vidrio. Con respecto a la estandarización del proceso, se analizó al 12, 16 y 20 % de gránulos de kéfir a diferentes temperaturas de incubación (27, 28 y 30 °C), se obtuvo un menor pH y mayor acidez a temperaturas cercanas a la temperatura ambiente (27 °C) y mayor concentración de gránulos de kéfir (20 %) debido a la temperatura óptima de la mayoría de los microorganismos presentes en los gránulos de kéfir puesto que la temperatura de incubación de alrededor de 30 °C estimula el crecimiento de BAL termófilas, pero es una desventaja para el crecimiento de levaduras y de BAL mesófilos (cuyo crecimiento es máximo a temperaturas entre 20 y 40 °C) por lo que al aumentar la temperatura de incubación disminuye la producción de ácidos.

Tabla 1. Condiciones de la estandarización 20 % gránulos de kéfir a 27 °C

Tiempo (h)	Acidez (Ácido láctico %)	pH
2	0.59	5.05
3	0.71	4.80
4	0.78	4.65
5	0.86	4.20
6	0.88	3.90

Se elaboraron 3 prototipos utilizando un diseño estadístico de mezclas con dos componentes como se muestra en la tabla 2, variando el contenido de base de mango y la semilla de cáñamo en el producto final.

Tabla 2. Diseño estadístico para elaboración de prototipos

Prototipo	[Base de mango]	[Semilla de cáñamo]	Técnicas e instrumentos
[Base de mango]	96, 73 y 50	<ul style="list-style-type: none"> Sabor Olor Color Consistencia General 	Evaluación sensorial
[Semilla de cáñamo]	4, 27 y 50		

Se pusieron a prueba los 3 prototipos realizados a una evaluación sensorial, en donde se calificaron los atributos de sabor, olor, color, consistencia y general, como se muestra en la figura 1. Los resultados de la evaluación sensorial obtenidos se analizaron mediante la suma de rangos de los atributos calificados por cada prototipo elaborado seleccionando así el prototipo 792 (96:4 base de mango: semilla de cáñamo), debido a que obtiene el puntaje más alto en los atributos evaluados, con ello se obtiene mayor aprovechamiento de cáscara y pulpa de mango siendo el que tuvo mayor contenido de base de mango.



Figura 1. Gráfica red de suma de rangos de los prototipos en la evaluación sensorial.

El análisis químico proximal se realizó al prototipo seleccionado mediante técnicas y normas establecidas, obteniendo los resultados mostrados en la siguiente tabla:

Tabla 3. Composición química del producto final y producto comercial

Composición química	Promedio Producto final (%)	Desviación estándar	Coefficiente de variación (%)	Producto comercial Lifeway (%)
Humedad	68.58	2.71	3.95	70
Carbohidratos	15.33	0.09	0.59	16.94
Lípidos	0.58	0.05	9.10	1.48
Proteína	5.23	0.10	1.89	4.66
Fibra	4.12	0.09	2.27	0
Ceniza	0.74	0.01	2.02	0.125

El análisis microbiológico se realizó para poder determinar si la bebida láctea fermentada tipo kéfir es inocua para el consumidor y cumple con la calidad higiénica establecidas en la NOM-243-SSA1-2010 y CODEX STAN 243-2003 con los límites máximos de contenido microbiano para leche, derivados lácteos y leches fermentadas así como la presencia de microorganismos viables de 42×10^4 UFC/ml lo cual compete con el rango $<1.0 \times 10^2 - 1.10 \times 10^6$ UFC/ml según Çetinkaya y Elal-Mus (2012) en un estudio realizado a kéfir comerciales en Turquía, por lo que se comprueba su beneficio probiótico.

Conclusiones.

El desarrollo de una bebida fermentada con el aprovechamiento integral del mango y semilla de cáñamo por los resultados obtenidos se concluye que es una posibilidad comercial por su aportación nutricional principalmente en proteínas, fibra y microorganismos probióticos, lo que lo hace un alimento funcional y con gran aceptación por parte de los consumidores potenciales encuestados.



Referencias.

- Çetinkaya, F. y Elal-Mus, T. (2012). Determination of microbiological and chemical characteristics of kefir consumed in Bursa. *Ankara Üniv Vet Fak Derg.* (59). 217-221 pp.
- O'Shea, N., Arendt, E., y Gallagher, E. (2012). Dietary fiber and phytochemical characteristics of fruit. *Inn Food Sci. Emerging Technol.* 16:1-10.
- Rosas, R. (2011). Inmunonutrición: probióticos, prebióticos y simbióticos. *Offarm*, 30 (4): 54-59.
- Xu, Y. (2001). Perspectives on the 21st century development of functional foods: bringing Chinese medicated diet and functional foods. *International Journal of food Science and Technology*, 36: 229-242.
- Yahia, E., Ornelas, J. y Ariza R. (2006). *El mango*. México: Trillas.

TI12-FUN-040-PM

**INHIBICIÓN DE LAS ENZIMAS α -AMILASA, α -GLUCOSIDASA Y ECA DE
EXTRACTOS DE CHAYA (*Cnidoscolus aconitifolius*)**

¹Manzanilla Valdez María Lilibeth *, ¹Segura Campos Maira Rubí

¹Facultad de Ingeniería Química, Campus de Ciencias Exactas e Ingenierías, Universidad Autónoma de Yucatán. Periférico Nte. Km. 33.5, Tablaje Catastral 13615, Col. Chuburná de Hidalgo Inn, C.P. 97203. Mérida, Yucatán, México. *E-mail:
maira.segura@correo.uady.mx; lili_manzanilla@hotmail.com

FUNCIONALIDAD Y NUTRICIÓN, INVESTIGACIÓN POSGRADO MAESTRÍA.

Resumen.

La Diabetes mellitus (DM) y la hipertensión son la principal causa de muerte en México y en el mundo. La chaya (*C. aconitifolius*) es un alimento altamente consumido en la península de Yucatán, de bajo costo y gran accesibilidad, cuyas hojas han reportado diversos efectos biológicos. Por lo anterior, el objetivo del estudio fue evaluar el efecto hipotensor e hipoglucémico *in vitro* de seis extractos de hojas de chaya. Todos los extractos tuvieron inhibición sobre la ECA, α -glucosidasa y α -amilasa. Los extractos que presentaron el menor valor de concentración inhibitoria al 50 % (IC50) fueron el extracto de acetona (12.61 μ g/mL) para la inhibición de la ECA y el acetato de etilo para las enzimas α -glucosidasa y α -amilasa con 3.20 y 22.97 μ g/mL, respectivamente. Los resultados ponen de manifiesto el potencial biofuncional del extracto de acetona y acetato de etilo de hojas de chaya como coadyuvantes en la prevención y tratamiento de la hiperglucemia e hipertensión.

Palabras claves: Chaya, *Cnidoscolus aconitifolius*, hipertensión arterial sistémica, diabetes mellitus, alimentos funcionales.



Introducción.

En México, el principal factor de riesgo para el desarrollo de las enfermedades crónico no transmisibles (ECNT) es, la hipertensión arterial sistémica (HAS) y la DM. El mecanismo de acción que se ve afectado dentro de la HAS es el sistema renina-angiotensina-aldosterona (RAA). En el sistema RAA, la renina actúa sobre el angiotensinógeno que ha sido secretado por el pulmón e hidroliza cuatro aminoácidos (Val-Tyr-Ser-O) y se obtiene el angiotensinógeno I. Después, la enzima convertidora de angiotensina (ECA), que hidroliza dos aminoácidos (His-Leu) y cataliza la formación de angiotensina II (Ang-II), promueve la síntesis de aldosterona, reabsorción de sodio y, la vasoconstricción endotelial generalizada en altas concentraciones (Madaka, Pathompak, Sakunpak, Monton, & Charoonratana, 2017). Por su parte, la hiperglucemia se define como el aumento de los niveles séricos de glucosa, a causa de una baja o nula producción de insulina. La hiperglucemia conlleva al desarrollo de la DM II. Los inhibidores de la α -glucosidasa (acarbose), son prescritos en la hiperglucemia. La acarbose es un inhibidor de las enzimas α -glucosidasa y α -amilasa, la cuales hidrolizan los enlaces α -1,4 y α -1,6 de los polisacáridos y disacáridos para la obtención de moléculas de glucosa (Petersen et al., 2018). Así, su administración ayuda a disminuir los niveles de glucosa postprandial. En la actualidad, los alimentos funcionales ofrecen una alternativa al tratamiento y prevención de la hipertensión e hiperglucemia; al inhibir la ECA, la α -glucosidasa y α -amilasa (Barake, Khadir, & Tuomilehto, n.d.). En México se encuentra la chaya (*C. aconitifolius*); un arbusto cultivado en toda la región Maya, que pertenece a la familia Euphorbiaceae y al género *Cnidoscolus*. Diversos autores han reportado los efectos biológicos en las hojas de chaya, tales como antioxidante, hipolipemiente y antibacterial (Oyagbemi et al., 2013; Ramos-Gómez et al., 2016), siendo una posible alternativa para el tratamiento y prevención de la hiperglucemia e hipertensión.

Objetivo general.

Evaluar el efecto hipoglucémico e hipotensor *in vitro* de extractos de hojas de chaya (*Cnidoscolus aconitifolius*).

Objetivos específicos.

1. Determinar la actividad inhibitoria de la enzima convertidora de angiotensina (ECA) in vitro de extractos de *C. aconitifolius*.
2. Determinar la actividad inhibitoria de la enzima α -glucosidasa y α -amilasa in vitro de extractos de *C. aconitifolius*.

Metodología.

Los extractos se elaboraron adaptando los métodos de Iwuji et al., (2016) y Roy et al., (2016) por maceración durante 48 h a una proporción 1:10 (p/v). Se utilizaron seis disolventes: agua, etanol, acetona, acetato de etilo, éter dietílico y hexano. Las tres enzimas: α -glucosidasa, α -amilasa y ECA, fueron adquiridas en Sigma-Aldrich. La inhibición de la ECA se determinó siguiendo la metodología de Hayakari et al., (1978). Para la inhibición de α -glucosidasa y α -amilasa se siguió la metodología de Dineshkumar et al., (2010). Después de obtener el porcentaje de inhibición, el IC₅₀ se obtuvo con la siguiente formula: $Y = a + b * \ln(x)$, donde Y es el porcentaje de inhibición (50 %), a es la intersección, b es la pendiente y, x la concentración. Todos los resultados se procesaron mediante estadística descriptiva y diferencial, utilizando medidas de tendencia central y dispersión. Se utilizó ANOVA de una vía, con un post-hoc de Tukey para evaluar la diferencia estadística significativa entre tratamientos y, una post-hoc de Dunnett para evaluar la diferencia estadística significativa de tratamientos con respecto al control, ambos con una $p < 0.05$.

Resultados.

En la tabla 1 se muestra la actividad inhibitoria de los extractos de chaya sobre las enzimas ECA, α -amilasa y α -glucosidasa. Se utilizó el IC₅₀ para determinar el extracto con mayor actividad biológica. Se realizaron controles positivos para cada ensayo, para la inhibición de la ECA se empleó Captopril con un valor de IC₅₀ de 11.58 $\mu\text{g/mL}$ y, para las enzimas intestinales Acarbosa con un valor de IC₅₀ de 33.89 $\mu\text{g/mL}$.

Tabla 1. Valores de IC₅₀ de ECA, amilasa y glucosidasa de seis extractos de hojas de *C. aconitifolius*.

Extracto	IC ₅₀ (µg/mL)		
	ECA	α-amilasa	α-glucosidasa
Acuoso	65.73 ± 0.55 ^{d,B}	47.04 ± 6.44 ^{b,A}	8.97 ± 0.96 ^{b,B}
Etanólico	82.36 ± 1.29 ^{e,B}	43.08 ± 19.02 ^{ab,A}	5.08 ± 2.23 ^{a,B}
Éter dietílico	23.29 ± 3.86 ^{b,B}	34.12 ± 8.23 ^{ab,A}	9.77 ± 1.80 ^{b,B}
Hexano	39.76 ± 2.39 ^{c,B}	36.26 ± 1.68 ^{ab,A}	16.59 ± 1.14 ^{c,B}
Acetato de etilo	103.46 ± 2.11 ^{f,B}	22.97 ± 1.11 ^{a,A}	3.20 ± 0.54 ^{a,B}
Acetona	12.61 ± 0.07 ^{a,A}	88.27 ± 2.01 ^{c,B}	4.49 ± 0.66 ^{a,B}

^{a-f} Letras minúsculas diferentes en la misma columna indican diferencia estadística significativa entre los extractos con un ANOVA de una vía y una post-hoc de Tukey. ^{A-B} Letras mayúsculas diferentes en la misma columna indican diferencia estadística significativa entre los tratamientos y el control positivo con un ANOVA de una vía y una post-hoc de Dunnett. Datos expresados en medias ± D.E, n =3, p<0.05.

Análisis.

En este estudio, se encontró que, todos los extractos de chaya poseen actividad inhibitoria sobre la ECA, α-amilasa y α-glucosidasa. Los extractos de chaya registraron valores de IC₅₀ entre 12.61– 103.46 µg/mL para la inhibición de ECA. Los resultados muestran que, el extracto de acetona de chaya tuvo el menor valor de IC₅₀ (12.61 µg/mL) y, es el único extracto que no tuvo diferencia estadística (p > 0.05) con respecto al control. El extracto de acetona ha reportado la presencia de compuestos fenólicos tales como: flavonoides, fenoles, cumarinas y taninos, similares a los presentes en el extracto etanólico (Altemimi, et al., 2017; García et al., 2014). Diversos estudios reportan la relación estructura-actividad que tienen los compuestos fenólicos para inhibir la ECA (Chua, 2013; Guerrero et al., 2012; Larson, et. al., 2012; Madaka et al., 2017). Guerrero et al., (2012), reportó que el doble enlace entre le C2 y C3, más el grupo cetónico presente en los flavonoides son esenciales para inhibir la ECA. Dichos, metabolitos secundarios están presentes en extracto de acetona (Altemimi et al., 2017; García et al., 2014). En la actividad inhibitoria de las enzimas α-glucosidasa y α-amilasa, los extractos de chaya presentaron los siguientes valores de IC₅₀ de 3.20 – 16.59 y 22.97 – 88.27 µg/mL respectivamente. El extracto de acetato de etilo de chaya obtuvo el



menor valor de IC₅₀ para inhibir ambas enzimas, α -glucosidasa (3.20 $\mu\text{g/mL}$) y α -amilasa (22.97 $\mu\text{g/mL}$). En la inhibición de la α -glucosidasa, el valor de IC₅₀ del acetato de etilo es 10 veces menor que lo reportado por la Acarbosa (33.89 $\mu\text{g/mL}$). El valor reportado de IC₅₀ de α -glucosidasa del extracto de acetato de etilo de hojas de chaya, es menor al reportado por Ajiboye et al., (2018) para el mismo extracto de *C. aconitifolius* (18.98 $\mu\text{g/mL}$). Diversos estudios han reportado la presencia de kaempferol, hesperidina, quercetina y rutina dentro del extracto de acetato de etilo de chaya (Ajiboye, et al., 2018; Guerrero et al., 2012). La hesperidina y la quercetina inhiben competitivamente a las enzimas α -glucosidasa y α -amilasa al formar puentes de hidrógeno en el sitio activo (Martínez- et al., 2019).

Conclusiones y/o recomendaciones.

Los resultados obtenidos ponen de manifiesto la actividad inhibitoria de seis extractos de hojas de chaya, sobre las enzimas, amilasa, glucosidasa y ECA, destacándose el extracto de acetona y de acetato de etilo, al tener los menores valores de IC₅₀. Lo anterior sugiere, el valor biofuncional de los extractos de chaya y, su potencial empleo en el tratamiento de la hiperglucemia e hipertensión. Sin embargo, futuras investigaciones son necesarias para emplear los extractos como alimento funcional.

Referencias.

- Ajiboye, B. O., Ojo, O. A., Okesola, M. A., Oyinloye, B. E., & Kappo, A. P. (2018). Ethyl acetate leaf fraction of *Cnidocolus aconitifolius* (Mill.) I. M. Johnst: Antioxidant potential, inhibitory activities of key enzymes on carbohydrate metabolism, cholinergic, monoaminergic, purinergic, and chemical fingerprinting. *International Journal of Food Properties*, 21(1), 1697–1715. <https://doi.org/10.1080/10942912.2018.1504787>
- Altemimi, A., Lakhssassi, N., Baharlouei, A., Watson, D., & Lightfoot, D. (2017). Phytochemicals: Extraction, Isolation, and Identification of Bioactive Compounds from Plant Extracts. *Plants*, 6(4), 42. <https://doi.org/10.3390/plants6040042>



- Barake, R., Khadir, A., & Tuomilehto, J. (n.d.). Diabetes Prevention and Management. 1–18.
<https://doi.org/10.3390/nu9121310>
- Chua, L. S. (2013). A review on plant-based rutin extraction methods and its pharmacological activities. *Journal of Ethnopharmacology*, 150(3), 805–817.
<https://doi.org/10.1016/j.jep.2013.10.036>
- Dineshkumar, B., Mitra, A., & Mahadevappa, M. (2010). Antidiabetic and hypolipidemic effects of mahanimbine (carbazole alkaloid) from *Murraya koenigii* (rutaceae) leaves. *International Journal of Phytomedicine*, 2(1), 22–30.
<https://doi.org/10.5138/ijpm.2010.0975.0185.02004>
- García-Rodríguez, R. V., Gutiérrez-Rebolledo, G. A., Méndez-Bolaina, E., Sánchez-Medina, A., Maldonado-Saavedra, O., Domínguez-Ortiz, M. Á., Cruz-Sánchez, J. S. (2014). *Cnidoscolus chayamansa* Mc Vaugh, an important antioxidant, anti-inflammatory and cardioprotective plant used in Mexico. *Journal of Ethnopharmacology*, 151(2), 937–943. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2013.12.004>
- Guerrero, L., Castillo, J., Quiñones, M., Garcia-Vallvé, S., Arola, L., Pujadas, G., & Muguerza, B. (2012). Inhibition of Angiotensin-Converting Enzyme Activity by Flavonoids: Structure-Activity Relationship Studies. *PLoS ONE*, 7(11), 1–11.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0049493>
- Hayakari, M., Kondo, Y., & Izumi, H. (1978). A rapid and simple spectrophotometric assay of angiotensin-converting enzyme. *Analytical Biochemistry*, 84(2), 361–369.
[https://doi.org/10.1016/0003-2697\(78\)90053-2](https://doi.org/10.1016/0003-2697(78)90053-2)
- Iwuji, S. C., Egenonu, Ndubuka, G. I. N., Azeez, T. O., Ekezie, Dozie, & Ohadoma, S. C. (2016). Phytochemical constituents and antibacterial activities of aqueous and hydromethanolic leaf extracts of chaya (*Cnidoscolus aconitifolius*). *Futo Journal Series*, 2(21), 2467–8325.
- Larson, A. J., Symons, J. D., & Jalili, T. (2012). Therapeutic Potential of Quercetin to Decrease Blood Pressure: Review of Efficiency. *An International Review Journal*, 3, 39–46. <https://doi.org/10.3945/an.111.001271.studies>



- Madaka, F., Pathompak, P., Sakunpak, A., Monton, C., & Charoonratana, T. (2017). Angiotensin i-converting enzyme inhibitor activity of some medicinal plants listed in traditional Thai medicine Hypertension, also known as high blood pressure, is a common progressive disorder leading to several chronic diseases such as coronary artery. 15(1), 1–7. (REVISTA??)
- Martinez-Gonzalez, A. I., Díaz-Sánchez, G., de la Rosa, L. A., Bustos-Jaimes, I., & Alvarez-Parrilla, E. (2019). Inhibition of α -amylase by flavonoids: Structure activity relationship (SAR). *Spectrochimica Acta - Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 206, 437–447. <https://doi.org/10.1016/j.saa.2018.08.057>
- Roy, D., Ferdiousi, N., Khatun, T., & Moral, M. (2016). Phytochemical screening, nutritional profile and anti-diabetic effect of ethanolic leaf extract of *Cnidoscopus aconitifolius* in streptozotocin induce diabetic mice. *International Journal of Basic and Clinical Pharmacology*, 5(5), 2244–2250. <https://doi.org/10.18203/2319-2003.ijbcp20163269>



TI12-FUN-041-L

EFECTO DEL ACEITE DE SEMILLA CHÍA (*Salvia hispanica* L.) EN LA VIABILIDAD CELULAR EN LÍNEA DE CÁNCER DE COLON CACO2

¹Martín Ortega Armando M. *, ¹Segura Campos Maira Rubí

¹Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán. Periférico Norte Km. 33.5, Tablaje Catastral 13615, Col. Chuburná de Hidalgo Inn, Mérida, Yucatán, México.

maira.segura@correo.uady.mx; armandomarorte@gmail.com

FUNCIONALIDAD Y NUTRICIÓN, INVESTIGACIÓN LICENCIATURA

Resumen.

A nivel mundial, el cáncer representa una de las principales causas de morbilidad, encontrándose el cáncer de colon entre los primeros tres lugares. El propósito del estudio es evaluar el efecto del aceite de chía en la viabilidad celular de la línea de cáncer de colon CaCo2 para conocer su potencial preventivo o terapéutico. Las células tumorales se trataron mediante el ensayo MTT. El aceite de semilla de chía en todas las concentraciones evaluadas redujo de forma significativa la viabilidad celular, comparado con las células sin tratamiento. El aceite de chía podría reducir potencialmente la viabilidad de las células de cáncer de colon.

Introducción.

El cáncer es uno de los principales problemas de salud pública en todo el mundo y representa la tercera causa de muerte en México. Además, su incidencia está aumentando, sin discriminar países o regiones (INEGI, 2017). Al mismo tiempo, se han incrementado los esfuerzos nacionales e internacionales para encontrar tratamientos más efectivos y menos dañinos, incluida la investigación de compuestos bioactivos derivados de los alimentos (Hudson et al., 2010; Pratheeshkumar, Son, Korangath, Manu, & Siveen, 2015).



Además de ser una fuente energética y estructural para el cuerpo humano, los ácidos grasos son lípidos bioactivos que regulan una gran cantidad de procesos celulares, incluida la regulación del crecimiento, la apoptosis y la proliferación celular (Michalak, et al., 2016). Varios estudios *in vitro* e *in vivo* con ácidos grasos aislados y aceites alimenticios han demostrado tener efectos anticancerígenos y cancerígenos (Corsetto et al., 2011; Espada et al., 2007). Por lo tanto, demuestra un papel importante en la prevención y el tratamiento del cáncer.

Por su parte, la semilla de chía es una fuente importante de ácidos grasos poliinsaturados ω -3, y se considera un alimento funcional debido a su capacidad para ejercer efectos antiinflamatorios, hipolipemiantes, antihiper glucémicos y de regulación metabólica, importantes en el tratamiento de enfermedades crónicas, principalmente metabólicas (Segura et al., 2014).

El estudio del efecto del aceite de semilla de chía en las células cancerosas nos permitiría conocer su potencial anticancerígeno o cancerígeno, lo que proporcionaría una base para futuros estudios en modelos *in vivo* y clínicos. Asimismo, los resultados de este estudio servirían como guía para realizar estudios de otros aceites, aumentando el conocimiento de la relación entre alimentos y cáncer, para la mejora de las intervenciones nutricionales en esta enfermedad.

Objetivo general.

Evaluar la actividad citotóxica y antiproliferativa, de aceite de chia (*Salvia hispanica* L.) lipídicamente caracterizado en la línea celular de colon CaCo2.

Objetivos específicos.

- Analizar el perfil de ácidos grasos del aceite de *S. hispanica* L. mediante cromatografía de gases.



- Evaluar el efecto citotóxico y antiproliferativo *in vitro* del aceite de *Salvia hispanica* L. en la línea celular de cáncer colon (CaCo2) mediante el bioensayo 3-(4,5-dimetiltiazol-2-il)-2,5-difeniltetrazolio (MTT)

Material y métodos.

Se procesaron las semillas de *S. hispanica* L. obtenidas en el mercado local “la casa del campesino” en Mérida, Yucatán, para la extracción de su aceite. El aceite obtenido fue hidrolizado para la obtención de sus ácidos grasos libres utilizando el método químico de hidrólisis con KOH-etanol. El perfil de ácidos grasos libres del hidrolizado del aceite fue determinado mediante cromatografía de gases. Por último, se determinó la actividad citotóxica y antiproliferativa del aceite hidrolizado de *S. hispanica* L. *in vitro*, tratando la línea celular de cáncer de colon CaCo2 (ATCC: HTB-37) a varias concentraciones de aceite (400-12.5 $\mu\text{g/mL}$) durante 48 horas, luego se evaluó la viabilidad celular mediante el ensayo MTT.

Resultados.

Los resultados de la cromatografía de gases (Tabla 1) demostraron la presencia de ácido palmítico ($7.7 \pm 0.19\%$), esteárico ($4.45 \pm 0.15\%$), oleico ($9.57 \pm 0.27\%$), araquidónico ($0.30 \pm 0.00\%$), linoléico ($20.56 \pm 0.14\%$) y alfa-linolénico ($57.29 \pm 0.07\%$). El ácido graso presente en mayor proporción fue el ácido alfa-linolénico, que se considera un ácido graso esencial y omega 3.

Tabla 1. Composición de ácidos grasos del aceite de semilla de chía.

Ácidos grasos	Porcentaje
Palmítico C16:0	7.7 ± 0.19
Esteárico C18:0	4.45 ± 0.15
Oléico C18:1	9.57 ± 0.27
Araquidónico C20:0	0.30 ± 0.00
Linoléico C18:2n6	20.56 ± 0.14
α-Linolénico C18:3n3	57.29 ± 0.07

*Expresado en porcentajes y desviaciones estándar

La viabilidad celular fue de 93.12±3.1% (P=0.03), 85.31±4.2%(P=0.001), 85.39±3.6%(P=0.01), 82.48±2.6%(P=0.001), 76.12±4.4% (P=0.0001) y 89.95±5.3%(P=0.01) para 400, 200, 100, 50, 25 y 12.5 µg/mL de aceite respectivamente, comparado con las células sin tratamiento (Figura 1).

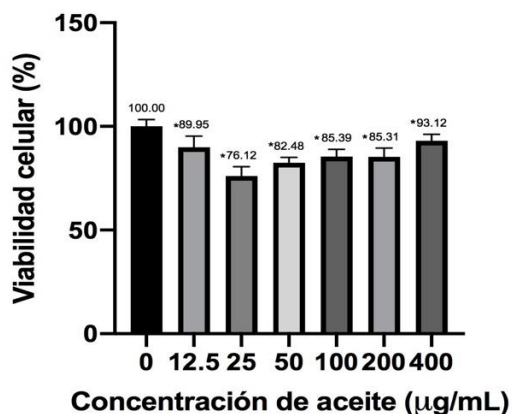


Figura 1. Resultados del ensayo de viabilidad celular

El medio de cultivo se utilizó como control negativo. Todas las concentraciones de aceite tuvieron un efecto significativo en la reducción de la viabilidad celular, siendo la concentración de 25 µg/mL la de mayor efecto.



Análisis.

La reducción en la viabilidad celular mediada por el aceite de la semilla de chía, concuerda con otros estudios realizados con aceites de otras semillas y los ácidos grasos (linoléico, omega 6 y alfa linolénico, omega3), encontrando una reducción de la viabilidad de diversas líneas celulares de cáncer (Bratton, et al., 2019; Chamberland & Moon, 2014; Truan, et al., 2010). La capacidad de los ácidos grasos de reducir o aumentar la viabilidad de las células depende de muchos mecanismos, incluyendo la modificación en la composición de las membranas celulares (Abel, et al., 2014), cambios en la síntesis de eicosanoides y la regulación de la expresión genética mediante su unión a receptores nucleares y de membrana (Berquin, et al., 2008; Wang & Dubois, 2010). Por ello, es probable que los ácidos omega 3 y 6 del aceite de semilla de chía hayan reducido la viabilidad celular mediante uno o más de los mecanismos mencionados.

Conclusiones y recomendaciones.

El aceite de chía reduce la viabilidad de las células de cáncer de colon de forma significativa. Por ello, la investigación del aceite de la semilla de chía en otras líneas celulares de cáncer permitiría conocer su potencial como agente preventivo. Asimismo, estudios en modelos animales permitiría conocer el efecto sistémico del aceite, ya que probablemente cuente con actividades inmunomoduladoras y contribuyan además a reducir el proceso proinflamatorio del microambiente tumoral, así teniendo un efecto sinérgico en la reducción del crecimiento y tamaño tumoral.

Referencias.

Abel, S., Riedel, S., & Gelderblom, W. C. A. (2014). Dietary PUFA and cancer. *Proceedings of the Nutrition Society*, 73(3), 361–367.
<https://doi.org/10.1017/S0029665114000585>



- Berquin, I. M., Edwards, I. J., & Chen, Y. Q. (2008). Multi-targeted therapy of cancer by omega-3 fatty acids. *Cancer Letters*, 269(2), 363–377. <https://doi.org/10.1016/j.canlet.2008.03.044>.
- Bratton, B. A., Maly, I. V., & Hofmann, W. A. (2019). Effect of polyunsaturated fatty acids on proliferation and survival of prostate cancer cells. *PLoS ONE*, 14(7), 1–15.
- Chamberland, J. P., & Moon, H. (2014). Down-regulation of malignant potential by alpha linolenic acid in human and mouse colon cancer cells. *Familial Cancer*, 14(1), 25–30. <https://doi.org/10.1007/s10689-014-9762-z>
- Corsetto, P. A., Montorfano, G., Zava, S., Jovenitti, I. E., Cremona, A., & Rizzo, A. M. (2011). Effects of n-3 PUFAs on breast cancer cells through their incorporation in plasma membrane. *Lipids in Health and Disease*, 10(1), 73. <https://doi.org/10.1186/1476-511X-10-73>
- Espada, C. E., Berra, M. A., Martinez, M. J., Eynard, A. R., & Pasqualini, M. E. (2007). Effect of Chia oil (*Salvia Hispanica*) rich in ω -3 fatty acids on the eicosanoid release, apoptosis and T-lymphocyte tumor infiltration in a murine mammary gland adenocarcinoma. *Prostaglandins Leukotrienes and Essential Fatty Acids*, 77(1), 21–28. <https://doi.org/10.1016/j.plefa.2007.05.005>
- Geografía, I. N. de E. y. (2017). Estadísticas a propósito del día mundial contra el cáncer.
- Hudson, T. J., Anderson, W., Aretz, A., Barker, A. D., Bell, C., Bernabé, R. R., Wainwright, B. J. (2010). International network of cancer genome projects. *Nature*, 464(7291), 993–998. <https://doi.org/10.1038/nature08987>
- Michalak, A., Mosińska, P., & Fichna, J. (2016). Polyunsaturated fatty acids and their derivatives: Therapeutic value for inflammatory, functional gastrointestinal disorders, and colorectal cancer. *Frontiers in Pharmacology*, 7(DEC), 1–16. <https://doi.org/10.3389/fphar.2016.00459>



- Pratheeshkumar, P., Son, Y. O., Korangath, P., Manu, K., & Siveen, K. (2015). Phytochemicals in cancer prevention and therapy. *BioMed Research International*, 8(2), 1–2. <https://doi.org/10.1155/2015/324021>
- Segura-Campos, M. R., Ciau-Solís, N., Rosado-Rubio, G., Chel-Guerrero, L., & Betancur-Ancona, D. (2014). Chemical and functional properties of chia seed (*Salvia hispanica* L.) gum. *International Journal of Food Science*. <https://doi.org/10.1155/2014/241053>
- Truan, J. S., Chen, J., & Thompson, L. U. (2010). Flaxseed oil reduces the growth of human breast tumors (MCF-7) at high levels of circulating estrogen. *Molecular Nutrition & Food Research*, 54, 1414–1421. <https://doi.org/10.1002/mnfr.200900521>
- Wang, D., & Dubois, R. N. (2010). Eicosanoids and cancer. 10(3), 181–193. <https://doi.org/10.1038/nrc2809>.

TI12-FUN-042-P

EFFECTO NEUROPROTECTOR DE FRACCIONES PEPTÍDICAS DE *Salvia hispanica* CONTRA EL DAÑO INDUCIDO POR H₂O₂ EN CÉLULAS NEURONALES N1E-115

¹Martínez-Leo E.E.,* ¹Segura-Campos MR.

Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Periférico Nte. Km. 33.5. Mérida, Yucatán, México. Correo electrónico: maira.segura@correo.uady.mx.

FUNCIONALIDAD Y NUTRICIÓN, INVESTIGACIÓN POSGRADO.

Resumen.

El estrés oxidativo juega un papel crítico en la activación de mecanismos de muerte neuronal implicados en la neurodegeneración. Actualmente, las enfermedades neurodegenerativas (EN) afectan a alrededor de mil millones de personas en todo el mundo y la búsqueda de alternativas terapéuticas es objeto de estudio en el desarrollo de alimentos funcionales. El objetivo fue evaluar el efecto neuroprotector de las fracciones peptídicas de *S. hispanica*, en células neuronales N1E-115, después de la inducción del daño con H₂O₂. Se elaboró una harina rica en proteína de *S. hispanica*, de la cual se obtuvieron tres fracciones peptídicas de diferente corte de peso molecular (3-5, 1-3 y <1 kDa), empleando un sistema enzimático secuencia pepsina-pancreatina. Se evaluó el efecto neuroprotector sobre las células neuronales N1E-115, posterior a la inducción de daño con H₂O₂ 100 µM y se determinó la concentración inhibitoria 50 (CI50) de la captación del radical DPPH. Cuando las células N1E-115 se incubaron con H₂O₂, se produjo una mortalidad del 61% ±4.2, en comparación con el grupo control (p <0.05). A la concentración de 25 µg/mL, las F1-3 y <1 kDa, presentaron una viabilidad celular de 66.64% ±3.2 y 67.32% ±2.8, respectivamente. Dicho efecto neuroprotector estuvo relacionado con su actividad antioxidante, siendo que las fracciones F1-3 y <1 kDa, presentaron la mayor captación del radical DPPH (CI50 de 23.93 ±3.1 y 18.13 ±2.9, respectivamente). Las fracciones de menor peso molecular (< 3 kDa),



presentaron un potencial efecto neuroprotector siendo potenciales dianas de mayor estudio para conocer los mecanismos implicados.

Palabras clave: Compuestos bioactivos, biopéptidos, neuroprotección, antioxidante.

Introducción.

De acuerdo con el informe de la Organización Mundial de la Salud (OMS), las enfermedades neurodegenerativas (EN) afectan en todo el mundo a unos mil millones de personas, siendo el estrés oxidativo y la neuroinflamación un importante componente de su génesis (Zhu, 2012). La búsqueda de nuevas alternativas terapéuticas, son diana en el desarrollo de líneas de investigación en materia de biotecnología alimentaria. Los biopéptidos, están ofreciendo una alternativa a la prevención y control de la enfermedad crónica (Meloni et al., 2015). *S. hispanica*, comúnmente llamada chía, ha incrementado en los últimos años en virtud de su alto contenido de ácidos grasos omega-3 y fibra dietética. Un subproducto durante la obtención de los aceites de la chía es la porción proteínica, la cual es una fuente prometedora de obtención de péptidos bioactivos (Grancieri et al., 2019), con aplicación en la prevención y tratamiento de enfermedades crónico- metabólicas. Aunque aún queda mucho camino por recorrer en la búsqueda de mecanismos y efectos biológicos, su potencial efecto antioxidante y beneficios en el tratamiento de enfermedades de origen inflamatorio como la obesidad, la hacen una materia de estudio sobre su aplicación en la EN.

Objetivo general.

Evaluar el efecto neuroprotector de las fracciones peptídicas de *S. hispanica*, en células neuronales N1E-115, después de la inducción del daño con H₂O₂.

Objetivos específicos.

- Determinar el efecto protector de las fracciones peptídicas de *S. hispanica* sobre la línea celular N1E-115.



- Determinar la actividad antioxidante de las fracciones peptídicas de *S. hispanica*, a través de la captación del radical 2,2-Diphenil-1-picrilhidrazil (DPPH).

Metodología.

Las semillas de chía se obtuvieron de productores del Estado de Guadalajara, correspondientes a la cosecha de enero de 2017.

Obtención de fracciones peptídicas de S. hispanica: A partir de una harina desgomada y desengrasada de chía, se realizó una hidrólisis proteica de acuerdo con el protocolo reportado por Herrera et al. (2014). Posteriormente, el hidrolizado proteínico fue sometido a un fraccionamiento por ultrafiltración (FU). El resultado del FU fueron tres fracciones con diferente peso molecular: 1) F 3-5 kDa, 2) F 1-3 kDa y 3) F <1 kDa, las cuales se emplearon para los estudios *in vitro*.

Evaluación del efecto protector in vitro en la línea celular NIE-115: Se realizó un tratamiento por 48 h de derivados proteínicos de *S. hispanica* (25 y 50 µg/mL) a 37°C en una atmósfera de 5% de CO₂ y 95% de humedad. Posterior a las 48 h, se indujo daño con 100 µM de H₂O₂ por 24 h. Al término de las 24 h, se midió la viabilidad celular a través del método de sulforodamida B. La densidad óptica (DO) se detectó a 560 nm usando un lector ELISA. Células con 100 µM de H₂O₂ son control de daño y, células sin tratamiento y sin daño el control negativo (Chale et al., 2014; Skehan et al., 1990).

Determinación de la actividad antioxidante por el método de captación del radical DPPH : Se empleó el ensayo de captación del radical DPPH con base a lo señalado por Sharma y Bhat, (2009) con algunas modificaciones. Se realizó una mezcla entre los derivados proteínicos de *S. hispanica* L. a diversas concentraciones (25, 50, 75, 100 y 125 µg/mL) con 100 µL de una solución preparada del radical DPPH● a 100 µM con etanol grado analítico. La DO se detectó en un espectrofotómetro a 517 nm. La captación del radical DPPH● se midió a través de la disminución de la absorbancia del DPPH●. Todas las determinaciones se realizaron por triplicado.

Análisis estadístico.

Todos los resultados fueron procesados mediante estadística descriptiva e inferencial utilizando medidas de tendencia central y dispersión. Se empleó un modelo de análisis de varianza de una vía (ANOVA), una post-hoc de Tukey y una post-hoc de Dunnett para establecer diferencias estadísticas significativas con un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$.

Resultados.

Cuando las células N1E-115 se incubaron con H_2O_2 100 μM se produjo una mortalidad del 61% ± 4.2 , en comparación con el grupo control ($p < 0.05$) (Figura 1). En contraste, la mortalidad celular se redujo significativamente en las células preincubadas por 48 h con las fracciones peptídicas de *S. hispanica* L, antes de la exposición al H_2O_2 ($p < 0.05$). A una concentración de 25 $\mu\text{g/mL}$, las fracciones 1-3 y < 1 kDa, presentaron una viabilidad celular de 66.64% ± 3.2 y 67.32% ± 2.8 , respectivamente, sin diferencia estadística significativa entre ellas ($p < 0.05$).

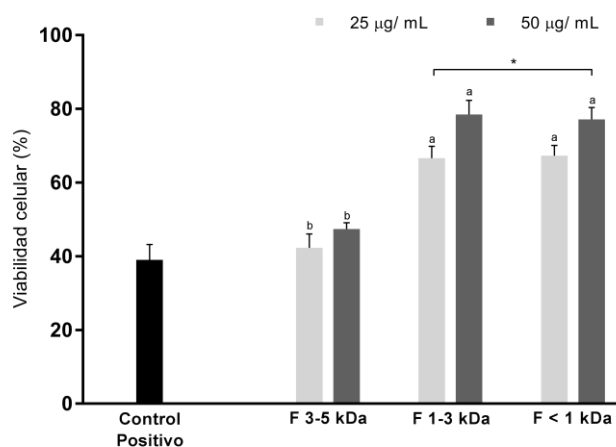


Figura 1. Porcentaje de viabilidad celular en función a pretratamiento de 48 h de los derivados proteínicos de *S. hispanica* L., con inducción de daño por 24 h 100 μM H_2O_2 . Datos expresados en media \pm DE (n=3).^{a-b}Letras diferentes indican diferencia estadística significativa entre los derivados proteínicos de *S. hispanica* L a la misma concentración según *post-hoc* de Tukey. * $p < 0.05$ versus control positivo, según *post-hoc* de Dunnett.

Determinación de la actividad antioxidante mediante la captación del radical DPPH•

Se obtuvo la concentración inhibitoria media (CI₅₀) de los derivados proteínicos de *S. hispanica*, donde la F ≤ 1 kDa, exhibió la mayor respuesta antioxidante, sin diferencia

estadística significativa con la F 1- 3 kDa ($18.13 \pm 2.9 \mu\text{g/mL}$ y $23.93 \pm 3.1 \mu\text{g/mL}$, respectivamente) ($p < 0.05$) (Fig. 2). Estudios previos en hidrolizados y fracciones peptídicas con efecto neuroprotector emplean el ensayo de captación de DPPH• como un referente de la actividad antioxidante, tal es el caso de Orona et al. (2015), quienes reportan un CI_{50} semejante a los obtenidos en el presente estudio.

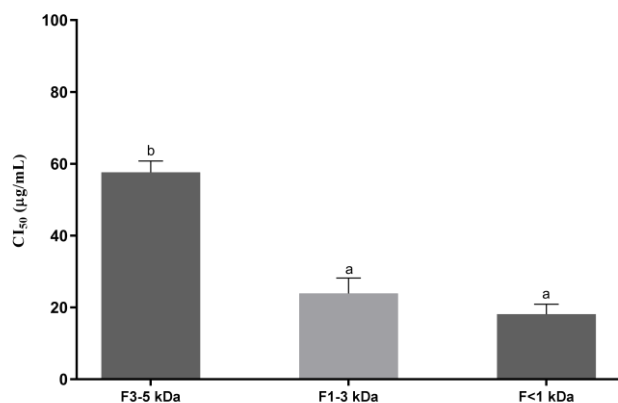


Figura 2. Valores de CI_{50} en $\mu\text{g/mL}$ de las fracciones peptídicas de *S. hispanica* L. ^{a-b}Letras diferentes indican diferencia estadística significativa entre los derivados proteínicos de *S. hispanica* L., según la prueba de Tukey. ANOVA ($p < 0.05$).

Análisis.

Estudios previos exhiben un efecto neuroprotector menor a lo reportado en el presente estudio. Tal es el caso del hidrolizado proteínico de *Benthosema pterotum* que exhibió una viabilidad celular cercana al 70% a una concentración de $160 \mu\text{g/mL}$ (Chai et al., 2016).

Por el contrario, Wang et al. (2008) refieren una neuroprotección en células SH-5Y5Y del 82%, en fracciones $< 3 \text{ kDa}$ de gelatina de cerdo, atribuyendo su efecto protector a la presencia de los aminoácidos Gly, Pro y Tyr, los cuales se relacionan con la actividad antioxidante asociada al presente estudio.

Conclusiones.

Las fracciones de menor peso molecular ($< 3 \text{ kDa}$), presentaron un potencial efecto neuroprotector asociado a su actividad antioxidante, siendo potenciales dianas de mayor estudio para conocer los mecanismos implicados.



Referencias.

- Chai, H., Wu, C., Yang, S., Li, T., Sun, B. (2016). Peptides from hydrolysate of lantern fish (*Benthosema pterotum*) proved neuroprotective *in vitro* and *in vivo*. *Journal of Functional Foods*. 24, 438–449.
- Chale, J., Moo, R., Robledo, D., Freile, Y. (2014). Hepatoprotective effect of the fucoidan from the brown seaweed *Turbinaria tricostata*. *Journal of Applied Phycology*. 26.
- Grancieri, M., Duarte, H., González, E. (2019). Chia Seed (*Salvia hispanica* L.) as a Source of Proteins and Bioactive Peptides with Health Benefits: A Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 1- 20.
- Herrera, F., Ruiz, J., Acevedo J., Betancur., Segura, M. (2014). ACE inhibitory, hypotensive and antioxidant peptide fractions from *Mucuna pruriens* proteins. *Process Biochemistry*. 49, 1691–1698.
- Meloni, B., Milani, D., Edwards, A., Anderton, R., et al. (2015). Neuroprotective peptides fused to arginine-rich cell penetrating peptides: Neuroprotective mechanism likely mediated by peptide endocytic properties. *Pharmacology & Therapeutics*. DOI: 10.1016/j.pharmthera.2015.06.002.
- Orona, D., Valverde, M., Nieto, B., Paredes, O. (2015). Inhibitory activity of chia (*Salvia hispanica* L.) protein fractions against angiotensin I-converting enzyme and antioxidant capacity. *LWT - Food Science and Technology*. 64(1), 236- 242.
- Sharma, O., Bhat, T. (2009). DPPH antioxidant assay revisited. *Food Chemistry*. 113, 1202-1205.
- Skehan, P., Storeng, R., Scudiero, D., Monks, A., McMahon, J., Vistica, D. et al. (1990). New Colorimetric Cytotoxicity Assay for Anticancer-Drug Screening. *Journal of the National Cancer Institute*. 82, 1107-1112.
- Wang, S., Wang, D., Wang, R. (2008). Neuroprotective Activities of Enzymatically Hydrolyzed Peptides from Porcine Hide Gelatin. *International Journal Clinical Experimental Medicine*. 1, 283-293.



Zhu, W. (2012). Methylation of FOXO3 regulates neuronal cell death. *Acta Pharmacologica Sinica*. 33: 577.

TI12-FUN-043-PM

ACTIVIDAD INHIBITORIA DE LA FOSFOLIPASA A₂ Y FIBRINOLÍTICA DE EXTRACTOS DE HOJAS DE CHAYA (*Cnidoscopus aconitifolius*).

¹Quintal-Martínez J. P*, ²Quintal-Ortiz, I. G., ²Alonzo-Salomón, L. G., ¹Segura-Campos, M. R.,

¹Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Periférico Norte Km. 33.5, Tablaje Catastral 13615. Mérida, Yucatán, C.P. 97203, México. ²Centro de Investigaciones Regionales “Dr. Hideyo Noguchi”, Calle 96 s/n, Avenida Jacinto Canek y calle 47. Colonia Paseo de las Fuentes. Mérida, Yucatán, C.P. 97225, México.

*Correo electrónico: juan_pablo_qm26@outlook.com

FUNCIONALIDAD Y NUTRICIÓN, INVESTIGACIÓN POSGRADO, MAESTRÍA

Resumen.

La trombosis arterial es la primera causa de muerte a nivel mundial. La activación del plasminógeno y la inhibición de la fosfolipasa A₂, son consideradas para el desarrollo de fármacos antitrombóticos con efecto fibrinolítico y antiplaquetario, respectivamente. Sin embargo, dichos fármacos han reportado diversos efectos secundarios. El objetivo del trabajo fue evaluar la actividad fibrinolítica e inhibitoria de la fosfolipasa A₂ de extractos de chaya. Las hojas fueron secadas a 40°C y maceradas (1:10p/v, 48h), empleando agua, etanol, acetona, etil acetato, éter dietílico y hexano. Los extractos diluidos en dimetil sulfóxido (DMSO) 0.1% v/v a 0.1, 1 y 10 mg/mL se evaluaron en sangre humana mediante los ensayos lisis del coágulo (LC) e inhibición de la fosfolipasa A₂ (IFA₂). En la LC, los extractos AcOEt, An y Hx a 10 mg/mL presentaron la mayor actividad, con diferencias estadísticas significativas (p<0.05) con los demás extractos. En la IFA₂, el extracto con mayor efecto fue el EtOH a 10 mg/mL, con diferencia estadística significativa (p<0.05) con los demás extractos. Estos resultados demuestran que, los extractos de chaya presentan actividad fibrinolítica e inhibitoria de la fosfolipasa A₂.



Palabras clave: chaya, fosfolipasa A₂, fibrinólisis.

Introducción.

Las enfermedades cardiovasculares (ECV) son la primera causa de muerte a nivel mundial. El alto consumo de alimentos ultra-procesados que se encuentran alterados por la adición de azúcares y grasas saturadas trans, provoca elevación de la presión arterial, formación de la placa aterosclerótica y el desarrollo de ECV (Moreira et al., 2018).

La trombosis arterial, es la patología subyacente de las ECV que genera más muertes en el mundo. Se caracteriza por la formación de trombos intravasculares que provocan la obstrucción total o parcial del flujo sanguíneo, causando necrosis irreversibles e infartos. Cuando ocurre el desprendimiento de la placa aterosclerótica, en el endotelio quedan expuestas proteínas adhesivas. Las plaquetas, mediante diversos receptores, se unen a dichas proteínas promoviendo la liberación del contenido de los gránulos plaquetarios y la activación de la fosfolipasa A₂. Lo anterior, conduce a la generación de diversos agonistas, promoviendo la agregación plaquetaria. Debido a la constante activación de los procesos trombóticos, la activación de la plasmina, enzima encargada de disolver los coágulos, se ve disminuida (Koupenova et al., 2017).

Así, la activación del plasminógeno y la inhibición de la fosfolipasa A₂, son consideradas para el desarrollo de fármacos antitrombóticos con efecto fibrinolítico y antiplaquetario, respectivamente. Sin embargo, la Sociedad Europea de Cardiología ha reportado que del 1 al 8% de los pacientes presentan hemorragia vinculada a estos fármacos. La búsqueda de productos naturales se convierte en opción viable al tratamiento antitrombótico. La medicina alternativa se basa en el consumo de extractos preparados a partir de diversas partes de las plantas. Diversos metabolitos secundarios, presentes en productos de origen natural, poseen varios sitios diana de acción biológica, lo que generalmente reduce los efectos secundarios (Chen et al., 2015).

En Yucatán, *Cnidoscolus aconitifolius* (chaya), es empleada como mejorador de la circulación sanguínea. Ha reportado metabolitos antitrombóticos como saponinas, alcaloides



y flavonoides. García et al. (2014) con un modelo de ratas inducidas a isquemia, indicaron que, las tratadas con 500 mg/kg, presentaron reducción del 10% de daño al ventrículo izquierdo. El presente pretende evaluar diversas metodologías para conocer el mecanismo antitrombótico de la chaya.

Objetivo general.

Evaluar la actividad fibrinolítica e inhibitoria de la fosfolipasa A₂ de extractos de hojas de *Cnidoscolus aconitifolius*.

Objetivos específicos.

Determinar la actividad inhibitoria de la enzima fosfolipasa A₂ de extractos de chaya empleando eritrocitos de sangre humana.

Determinar la actividad fibrinolítica de extractos de chaya en sangre humana.

Metodología.

Obtención del material vegetal y de los extractos. Las hojas adquiridas de Timucuy, Yucatán fueron secadas a 40 °C y maceradas (1:10 p/v, 48h) obteniendo los extractos acuosos (Ac), acetónico (An), etanólico (EtOH), etil acetato (EtOAc), dietil éter (Et₂O) y hexánico (Hx). Dichos extractos se evaporaron a presión reducida, se liofilizaron y se diluyeron en solución salina con DMSO 0.1% (v/v) a 0.1, 1.0 y 10.0 mg/mL.

Evaluación de la actividad inhibitoria de la fosfolipasa A₂ y fibrinolítica. La actividad biológica de los extractos se determinó en sangre humana mediante la inhibición de la fosfolipasa A₂ (IFA₂) y lisis del coágulo (LC). La sangre humana fue recolectada bajo consentimiento informado, utilizando la técnica Vacutainer.

La prueba IFA₂ midió la inhibición de la desesterificación de fosfolípidos eritrocitarios debida al veneno de la serpiente *Bothrops asper*. Se mezcló una solución de eritrocitos, veneno y el respectivo extracto. La mezcla fue incubada por 30 min. Pasado el tiempo se



centrifugó a 3200 rpm y se midió la absorbancia del sobrenadante a 540 nm. Para el control positivo se usó como referencia la actividad de la quercetina y el control negativo fue DMSO 0.1% (v/v).

La prueba LC midió la degradación de la fibrina debida a la activación del plasminógeno. Se mezcló el respectivo extracto con un coágulo previamente formado y se registró la diferencia del peso antes y después de la lisis. Para el control positivo se usó como referencia la actividad de la estreptoquinasa y el control negativo fue DMSO 0.1% (v/v).

Todos los experimentos se efectuaron por triplicado. Los resultados se analizaron empleando un análisis de varianza multifactorial. Se consideró $p < 0.05$ como nivel de significancia. El procesamiento de los datos se efectuó en el software Statgraphics Centurion XVI®.

Resultados.

En la Figura 1 se presenta el efecto en la IFA₂ y la LC de los extractos a sus respectivas concentraciones. En ambas pruebas el DMSO 0.1% (v/v) no demostró producir efecto biológico. En la IFA₂ los extractos a la concentración de 0.1 y 1 mg/mL, no inhibieron la acción catalítica del veneno. A la concentración de 10 mg/mL, la actividad varió entre -22 y 44%, correspondiente a los extractos Hx y EtOH, respectivamente. El porcentaje de inhibición a esta concentración aumentó en el orden: Hx < An < AcOEt < Ac < Et₂O < EtOH, conformando según su efecto biológico 6 grupos, los cuales presentan diferencia estadística significativa ($p < 0.05$) entre ellos. Para el control positivo se tomó como referencia lo reportado por la quercetina, flavonoide que ha demostrado inhibir el 50% de la actividad de la fosfolipasa A₂ a una concentración de 0.813 μg/mL.

En la LC la actividad presentó una tendencia creciente cuando la concentración de los extractos aumentó, a excepción de los extractos EtOH y Et₂O, los cuales no presentaron diferencia estadística significativa ($p < 0.05$) a sus 3 concentraciones de estudio. El grupo homogéneo conformado por los extractos AcOEt, An y Hx a 10 mg/mL, tuvieron el mayor efecto fibrinolítico con porcentajes que variaron entre 18.4 y 24%. En contraste, la

estreptoquinasa ha reportado una capacidad lisante del 76% a 30,000 UI/mL, lo equivalente a 62.7 mg/mL.

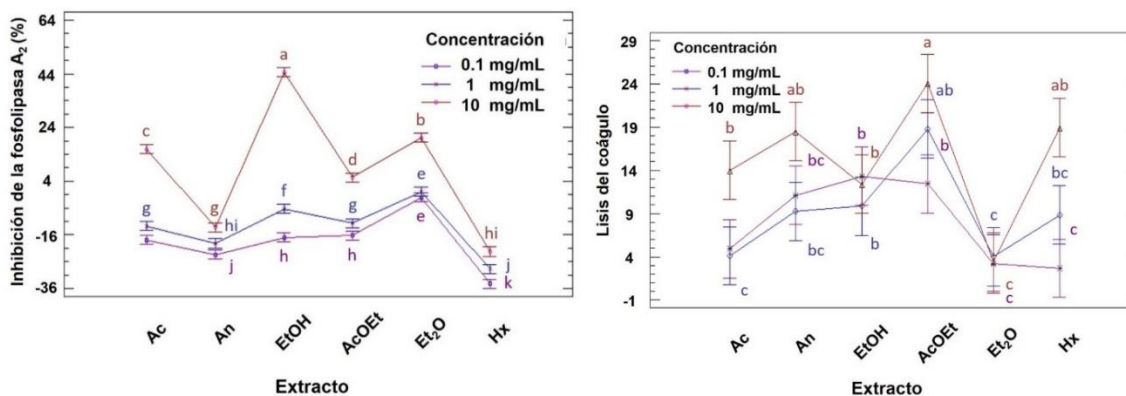


Figura 1. Gráficas de los efectos observados en a) la inhibición de la fosfolipasa A₂ y b) la lisis del coágulo. a-k Letras minúscula distintas indican diferencia estadística significativa entre tratamientos (p < 0.05). n = 3.

Ac: acuoso; An: acetónico; EtOH: etanólico; AcOEt: acetato de etilo; Et₂O: éter dietílico; Hx: hexánico.

Análisis.

Diversos estudios han reportado que los triterpenos pentacíclicos, saponinas triterpénicas, ácidos fenólicos y flavonoides presentes en las hojas de chaya, inhiben la fosfolipasa A₂. El extracto EtOH, posiblemente presentó el mayor efecto inhibitor debido a que extrajo mayor cantidad de compuestos fenólicos y triterpenos pentacíclicos, comparado con los extractos An y Ac (Romero et al., 2016). El efecto fibrinolítico de los extractos de chaya podría relacionarse con la presencia de metabolitos glucosilados como los flavonoides y las saponinas. A pesar de que el agua, por su polaridad, posee mayor afinidad hacia las saponinas y flavonoides glucosilados, la mediana polaridad del acetato de etilo y de la acetona permitió una extracción selectiva, lo que influyó en su mayor actividad fibrinolítica (Mahmud et al., 2015).



Conclusiones.

Los extractos de chaya inhibieron la fosfolipasa A₂ y promovieron la fibrinólisis. Por lo anterior, se sugiere ampliar los estudios en modelos biológicos en pro de alternativas de tratamiento y prevención de las enfermedades trombóticas.

Referencias.

- Chen, C., Yang, F., Zhang, Q., Wang, F., Hu, Y. & Xia, Z. (2015). Natural Products for Antithrombosis. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine, 2015, 1–17.
- García, R., Gutiérrez, G., Méndez, E., Sánchez, A., Maldonado, O., Domínguez, M. Cruz, J. (2014). *Cnidocolus chayamansa* Mc Vaugh, an important antioxidant, anti-inflammatory and cardioprotective plant used in Mexico. Journal of Ethnopharmacology, 151(2), 937–943.
- Koupenova, M., Kehrel, B., Corkrey, H. & Freedman, J. (2017). Thrombosis and platelets: an update. European Heart Journal, 38, 785–791.
- Mahmud, S., Akhter, S., Rahman, M., Aklima, J., Akhter, S., Merry, S. Emran, T. Bin. (2015). Antithrombotic Effects of Five Organic Extracts of Bangladeshi Plants *in vitro* and Mechanisms *in silico* Models. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine, 2015, 782742.
- Moreira, P., Hyseni, L., Moubarac, J., Martins, A., Baraldi, L., Capewell, S., ... Guzman, M. (2018). Effects of reducing processed culinary ingredients and ultra-processed foods in the Brazilian diet: a cardiovascular modelling study. Public Health Nutrition, 21(01), 181–188.
- Romero-Estrada, A., Maldonado-Magaña, A., González-Christen, J., Bahena, S. M., Garduño-Ramírez, M. L., Rodríguez-López, V. & Alvarez, L. (2016). Anti-inflammatory and antioxidative effects of six pentacyclic triterpenes isolated from the



Mexican copal resin of *Bursera copallifera*. BMC Complementary and Alternative Medicine, 16(1), 422.

TI12-FUN-044-PD

**POTENCIAL ANTIDIABÉTICO DE ALIMENTOS VEGETALES DE LA MILPA Y
HUERTOS FAMILIARES MAYAS**

¹Uuh-Narvaez J.J.*, ¹Segura-Campos M.R.

¹ Facultad de Ingeniería Química, Campus de Ciencias Exactas e Ingenierías, Universidad Autónoma de Yucatán. Periférico Nte. Km. 33.5, Tablaje Catastral 13615, Col. Chuburná de Hidalgo Inn, 97203. Mérida, Yucatán, México. Correo electrónico:

uuh.jonatan@gmail.com; maira,segura@correo.uady.mx

FUNCIONALIDAD Y NUTRICIÓN, INVESTIGACIÓN POSGRADO DOCTORADO

Resumen.

El aumento de la prevalencia de diabetes se ha convertido en grave problema de salud en México y el mundo. Debido a los efectos secundarios de los fármacos, los alimentos funcionales se han convertido en una alternativa asequible y segura en el tratamiento de la diabetes. La milpa y huertos familiares mayas contienen una gran diversidad de alimentos vegetales, los cuales han sido poco estudiados y podrían ser empleados por su potencial antidiabético. El objetivo del estudio fue evaluar el potencial antidiabético de alimentos vegetales de la milpa y huertos familiares mayas, a través de la inhibición de enzimas digestivas *in vitro* (α -amilasa y α -glucosidasa) y la determinación del IG. Se obtuvieron veinticuatro alimentos vegetales de la comunidad maya de Tixmehuac, Yucatán y se dividieron en grupos para su estudio (frutas, verduras, tubérculos, hojas y semillas). Se obtuvieron extractos con agua (1:20 p/v) y posteriormente, se les evaluó su efecto inhibitor sobre la actividad de α -amilasa y α -glucosidasa. Se determinó el IG a través de la hidrólisis de almidón *in vitro*. El IC₅₀ (mg/mL) de los extractos con mayor efecto inhibitor sobre la actividad de α -amilasa y α -glucosidasa por grupo fueron: guayaba (23.83 y 48.81), calabaza (28.99 y 693.42), rábano (10.85 y 186.16), achiote (37.75 y 47.03) y repollo (3.08 y 22.63), respectivamente. El pepino blanco registró el menor IG con un valor de 26.67 de 100. La milpa y los huertos familiares mayas contienen alimentos vegetales que podrían coadyuvar



en el tratamiento de la diabetes, así mismo los resultados ayudan a la selectividad de alimentos con mayor potencial antidiabético para futuras investigaciones.

Palabras clave: Diabetes, α -amilasa, α -glucosidasa, alimentos funcionales.

Introducción.

La diabetes mellitus se caracteriza por pérdida progresiva de secreción de insulina, por parte de las células β pancreáticas y frecuentemente por resistencia a la insulina (ADA, 2018). Considerando efectos secundarios asociados a los fármacos antidiabéticos, la atención se ha centrado en los alimentos funcionales, como posible alternativa en el tratamiento de la diabetes (Kazeem y Davies, 2016). Un posible mecanismo de acción antidiabético de un alimento funcional es el efecto inhibitor sobre la actividad de enzimas clave en el metabolismo de los carbohidratos tales como: α -amilasa que descompone el almidón y los carbohidratos complejos en disacáridos y, α -glucosidasa la cual hidroliza los disacáridos en glucosa libre (Di Stefano et al., 2018). Por otra parte, estudios han demostrado que el consumo de alimentos con bajo índice glucémico (IG) confiere numerosos beneficios a la salud de pacientes con diabetes (Ley et al., 2014).

La milpa y huertos familiares de comunidades mayas, han registrado más de 50 especies vegetales (Calix de Dios et al., 2014). Sin embargo, los alimentos vegetales de comunidades mayas han sido poco estudiados, por lo que podrían ser una fuente valiosa de alimentos vegetales con propiedades benéficas para pacientes con diabetes. Por lo anterior, el objetivo del estudio fue evaluar el potencial antidiabético de alimentos vegetales de la milpa y huertos familiares mayas.

Objetivo general.

Evaluar el potencial antidiabético de alimentos vegetales de la milpa y huertos familiares mayas.



Objetivos específicos.

- Determinar el efecto inhibitor *in vitro* de alimentos vegetales de la milpa y huertos familiares de la milpa maya sobre la actividad de α -amilasa y α -glucosidasa.
- Determinar el índice glucémico *in vitro* de alimento vegetales de la milpa y huertos familiares mayas a través de la hidrólisis del almidón.

Metodología.

Materia prima: Se colectaron veinticuatro alimentos vegetales en la comunidad maya de Tixmehuac, Yucatán, México [20°14'07"N 89°06'30"O], y se dividieron en cinco grupos: Frutas: carambola (*Averrhoa carambola*), guayaba (*Psidium guajava*), mamey (*Pouteria sapota*), papaya (*Carica papaya*) y pitahaya (*Hylocereus undatus*); verduras: calabaza (*Curcubita mochata*), chayote (*Sechium edule*), chile habanero (*Capsicum chinense*), tomate (*Solanum lycopersicum*) y pepino (*Cucumis sativus*); tubérculos: camote (*Ipomea batatas*), rábano (*Raphanus sativum*), remolacha (*Beta vulgaris*) y yuca (*Manihot esculenta*); hojas: cilantro (*Coriandrum sativum*), epazote (*Dysphania ambrosioides*), hierbabuena (*Mentha spicata*), nopal (*Opuntia ficus-indica*) y repollo (*Brassica oleracea* var *capitata*); semillas: achiote (*Bixa orellana*), ibes (*Phaseolus lunatus* L), lentejas (*Lens culinaris*), maíz (*Zea mays*) y frijol x'pelon (*Vigna unguiculata*).

Procesamiento y extracción acuosa: Las frutas, verduras y tubérculos se cortaron en piezas y trituraron en una licuadora para obtener un puré. Las semillas y hojas, se secaron en un horno a 55 °C y después fueron molidas. Los extractos (1:20 p/v) se obtuvieron por agitación con agua destilada durante 3 horas y luego, fueron centrifugadas y filtradas (Sulaiman y Ooi, 2014). Inhibición de α -amilasa: La actividad inhibitoria de α -amilasa se determinó usando almidón en presencia de la enzima (2.11 U/mL) y extracto (50 mg/mL), la cantidad de disacáridos formados que reaccionaron con DNS-Miller (0.1%) se midieron a una absorbancia de 540 nm (Dineshkumar et al., 2011).

Inhibición de α -glucosidasa: La actividad inhibitoria de α -glucosidasa se determinó usando para-nitrofenil-glucopiranosido (nNPG) en presencia de la enzima (2 U/mL) y extracto (50

mg/mL), la cantidad de para-nitrofenolato liberado a partir de pNPG se determinó a una longitud de onda de 405 nm (Dineshkumar et al., 2011).

Determinación del IG in vitro: La muestra se incubó con tres diferentes enzimas: pepsina por 60 minutos, α -amilasa por 3 horas (se tomaron alícuotas cada 30 min) y con amiloglucosidasa por 45 minutos. La muestra se mezcló con glucosa oxidasa/peroxidasa (GOD-PAP) y se midió su absorbancia a 500 nm. Los resultados se determinaron con el área bajo la curva de la hidrólisis de almidón en los tiempos (30, 60, 90, 120 y 180 min). Los IG se clasificaron en bajo <55, medio 55-69 y alto >70. Determinación de los valores IC50: Se determinó el IC50 de los vegetales con mayor potencial antidiabético, usando un análisis de regresión lineal con los datos de inhibición a diferentes concentraciones usando la ecuación: $IC50 = (50 - b) / m$ donde b es la intersección y m es la pendiente.

Resultados.

Inhibición α -amilasa: De manera general, el rango del porcentaje de inhibición de α -amilasa por grupo fueron: en frutas de 92.99 a 98.92%; en verduras de 46.65 a 92.83%; en tubérculos de 0.60 a 98.78%; en hojas de 82.29 a 99.64% y en semillas de 76.2 a 96.17%.

Inhibición α -glucosidasa: El rango del porcentaje de inhibición de α -glucosidasa por grupo fueron: en frutas de 10.2 a 76.62%; en verduras de 0 a 6.44%; en tubérculos de 8.16 a 18.26%; en hojas de 97.28 a 98.77% y, en semillas de 31.23 a 61.11%.

Índice glucémico: Los alimentos vegetales que mostraron menor IG por grupo fueron: guayaba (40.14) en frutas; pepino (26.67) en verduras; rábano (30.12) en tubérculos; no hubo diferencia significativa ($p < 0.05$) entre las hojas evaluadas mostrando un IG entre 29.78 a 30.35; y en semillas, el achiote (41.44). Los valores de IC50 (mg/mL) de los alimentos vegetales e índice glucémico de los alimentos vegetales con mayor potencial antidiabético se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Valores IC50 (mg/mL) para la α -amilasa y α -glucosidasa e índice glucémico de alimentos vegetales de la milpa y huertos familiares mayas.

Muestra	α -amilasa	α -glucosidasa	Índice glucémico
Guayaba	23.83±0.52 ^c	48.81±1.27 ^b	40.14±2.73 ^b
Calabaza	28.99±1.19 ^c	693.42±0.40 ^d	71.32±1.76 ^a
Repollo	3.08±0.98 ^a	22.63±1.76 ^a	30.12±1.26 ^c
Achiote	37.75±2.21 ^d	47.06±1.08 ^b	29.78±2.43 ^c
Rábano	10.85±2.62 ^b	186.16±0.61 ^c	41.44±1.00 ^b

Los resultados representan la media \pm desviación estándar de tres replicas por experimento. Letras diferentes en la misma columna indican diferencia estadística ($p < 0.05$).

Análisis.

Estudios han reportado que el aumento en el consumo de frutas enteras y vegetales específicos, están relacionados con la disminución del riesgo de diabetes tipo 2 (Muraki et al., 2013). La presencia de compuestos bioactivos como los fenoles y flavonoides están relacionados con la actividad biológica observada (Anhê et al., 2013). En el presente estudio, el repollo mostró la mayor actividad inhibitoria sobre la actividad de α -amilasa y α -glucosidasa; posiblemente su efecto se relaciona con la presencia del ácido felúrico que en estudios previos ha mostrado inhibir fuertemente la actividad de α -amilasa y α -glucosidasa con un IC50 de 9.5 y 4.9 mM, respectivamente (Dunja et al., 2014). Por otra parte, trabajos previos han reportados efectos hipoglucémicos en modelos *in vivo* sin elucidar el posible mecanismo de acción, por lo que, nuestros resultados indican que, un posible efecto sea a través de la inhibición de α -amilasa y α -glucosidasa (Assad et al., 2014). Además, el repollo tiene un bajo índice glucémico, el cual es deseable para la dieta de pacientes con diabetes.

Conclusiones.

La milpa y huertos familiares mayas poseen alimentos vegetales con potencial antidiabético, por lo que, su inclusión podría coadyuvar en el tratamiento de la diabetes. De los alimentos evaluados en el presente estudio, guayaba, calabaza, rábano, achiote y repollo, mostraron



tener el mayor potencial antidiabético, considerando la actividad inhibitoria sobre α -amilasa y α -glucosidasa e índice glucémico. Los resultados son útiles en la selectividad de alimentos vegetales para futuros estudios futuros.

Referencias.

- American Diabetes Association, A. D. (2018). 2. Classification and Diagnosis of Diabetes: Standards of Medical Care in Diabetes-2018. *Diabetes Care*, 41(Suppl 1), S13–S27.
- Anhê, F. F., Desjardins, Y., Pilon, G., Dudonné, S., Genovese, M. I., Lajolo, F. M., & Marette, A. (2013). Polyphenols and type 2 diabetes: A prospective review. *PharmaNutrition*, 1(4),
- Assad, T., Khan, R. A., & Feroz, Z. (2014). Evaluation of hypoglycemic and hypolipidemic activity of methanol extract of *Brassica oleracea*. *Chinese Journal of Natural Medicines*, 12(9), 648–653.
- Calix de Dios, H., Putnam, H., Alvarado Dzul, S., Godek, W., Kissmann, S., Pierre, J. L., & Gliessman, S. (2014). The challenges of measuring food security and sovereignty in the Yucatán Peninsula. *Development in Practice*, 24(2), 199–215.
- Di Stefano, E., Oliviero, T., & Udenigwe, C. C. (2018). Functional significance and structure–activity relationship of food-derived α -glucosidase inhibitors. *Current Opinion in Food Science*, 20, 7–12.
- Dineshkumar, B., Dineshkumar, B., Mitra, A., & Mahadevappa, M. (2011). Antidiabetic and hypolipidemic effects of mahanimbine (carbazole alkaloid) from *Murraya koenigii* (*rutaceae*) leaves. *International Journal of Phytomedicine*, 2(1).
- Dunja, Š., Bogovi, M., Vinček, D., Martin, J., & Salopek-sondi, B. (2014). Assessing the authenticity of the white cabbage (*Brassica oleracea* var . capitata f . alba) cv. ‘Vara ž dinski ’ by molecular and phytochemical markers. *Food Chemistry*, 60, 266–272.



- Kazeem, M. I., & Davies, T. C. (2016). Anti-diabetic functional foods as sources of insulin secreting, insulin sensitizing and insulin mimetic agents. *Journal of Functional Foods*, 20, 122.
- Muraki, I., Imamura, F., Manson, J. E., Hu, F. B., Willett, W. C., van Dam, R. M., & Sun, Q. (2013). Fruit consumption and risk of type 2 diabetes: results from three prospective longitudinal cohort studies. *BMJ (Clinical Research Ed.)*, 347, f5001.
- Sulaiman, S. F., & Ooi, K. L. (2014). Antioxidant and α -Glucosidase Inhibitory Activities of 40 Tropical Juices from Malaysia and Identification of Phenolics from the Bioactive Fruit Juices of *Barringtonia racemosa* and *Phyllanthus acidus*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 62(39), 9576–9585.

TI12-FUN-045-PD

**ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE Y COMPUESTOS BIOACTIVOS DE ALIMENTOS
VEGETALES DE LA MILPA Y HUERTOS FAMILIARES MAYAS**

¹Uuh-Narvaez J.J*, ¹Segura-Campos M.R.

¹ Facultad de Ingeniería Química, Campus de Ciencias Exactas e Ingenierías, Universidad Autónoma de Yucatán. Periférico Nte. Km. 33.5, Tablaje Catastral 13615, Col. Chuburná de Hidalgo Inn, 97203. Mérida, Yucatán, México.

Correo electrónico: uuh.jonatan@gmail.com; maira.segura@correo.uady.mx.

FUNCIONALIDAD Y NUTRICIÓN, INVESTIGACIÓN POSGRADO DOCTORADO.

Resumen.

En las últimas décadas, la prevalencia de las ECNT ha incrementado, siendo el estrés oxidativo un factor ligado a su desarrollo. Diversos alimentos vegetales, además de su aporte nutrimental, han reportado actividad antioxidante debido a la presencia de compuestos bioactivos, tales como fenoles y flavonoides. Considerando la gran diversidad de los alimentos vegetales de la milpa y huertos familiares mayas, los estudios sobre su actividad antioxidante y de compuestos bioactivos han sido insuficientes. El objetivo del trabajo fue, evaluar la actividad antioxidante y cuantificar los compuestos bioactivos de alimentos vegetales de la milpa y huertos familiares mayas. Se obtuvieron veinticuatro alimentos vegetales de la comunidad maya de Tixmehuac, Yucatán y, se dividieron en grupos para su estudio (frutas, verduras, tubérculos, hojas y semillas). Se evaluó la actividad antioxidante de extractos acuosos de los alimentos vegetales (50 mg/mL), a través de la inhibición de los radicales DPPH y ABTS. Posteriormente, se cuantificó el contenido de flavonoides y fenoles usando la reacción colorimétrica con $AlCl_3$ y Folin-Ciocalteu, respectivamente. Los extractos con mayor porcentaje de inhibición del radical DPPH por grupo fueron: guayaba (79.92%), chile habanero (33.40%), remolacha (56.42%), hierbabuena (83.81%) y x'pelón (100.00%) y, del radical ABTS fueron: pitahaya (53.60%), tomate (58.22%), remolacha (95.68%),



cilantro (100.00%), así como achiote y maíz (100.00%). Los alimentos con mayor contenido de fenoles (mg de ácido gálico/g) y flavonoides (mg de catequina/g) por grupo fueron: guayaba (101.75 y 150.43), calabaza (78.70 y 68.15), camote (75.73 y 72.46), repollo (140.25 y 208.83) y achiote (108.05 y 123.60), respectivamente. La milpa y huertos familiares mayas son una valiosa fuente de alimentos vegetales con actividad antioxidante y de compuestos bioactivos, los cuales, podrían ser coadyuvantes en el tratamiento de enfermedades asociadas al estrés oxidativo.

Palabras clave: Estrés oxidativo, alimentos funcionales, fenoles, flavonoides.

Introducción.

Actualmente, el mundo enfrenta un creciente desafío en materia de salud debido al aumento de las enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT), tales como hipertensión, diabetes, obesidad y cáncer (Valeggia y Snodgrass, 2015). Un elemento común de este grupo de enfermedades es el desequilibrio óxido-reductor. El estrés oxidativo es controlado a través de sistemas de defensa antioxidante (Al-Gubory y Laher, 2018). Los alimentos funcionales, además de su aporte nutricional, confieren efectos biológicos, tales como la modulación del estrés oxidativo debido a la presencia de compuestos bioactivos con actividad antioxidante como los fenoles y flavonoides (Kaleem y Ahmad, 2018).

La milpa y huertos familiares de comunidades mayas han registrado más de 50 especies vegetales, sin registro bibliográfico del valor funcional de los mismos (Calix de Dios et al., 2014). Así, el estudio de la actividad antioxidante y de compuestos bioactivos de dichos productos resulta interesante, por los beneficios a la salud que pudieran resultar del consumo de éstos. Por lo anterior, el objetivo del estudio fue evaluar la actividad antioxidante y cuantificar los compuestos bioactivos de alimentos vegetales de la milpa y huertos familiares mayas.

Objetivo general.

Evaluar la actividad antioxidante y cuantificar los compuestos bioactivos de alimentos vegetales de la milpa y huertos familiares mayas.

Objetivos específicos.

- Determinar la actividad antioxidante de alimentos vegetales de la milpa y huertos familiares mayas a través de la inhibición de los radicales DPPH y ABTS.
- Cuantificar el contenido de fenoles y flavonoides de alimentos vegetales de la milpa y huertos familiares mayas.

Metodología.

Materia prima: Se colectaron veinticuatro alimentos vegetales en la comunidad maya de Tixmehuac, Yucatán, México [20°14'07"N 89°06'30"O], y se dividieron en cinco grupos: Frutas: carambola (*Averrhoa carambola*), guayaba (*Psidium guajava*), mamey (*Pouteria sapota*), papaya (*Carica papaya*) y pitahaya (*Hylocereus undatus*); verduras: calabaza (*Curcubita mochata*), chayote (*Sechium edule*), chile habanero (*Capsicum chinense*), tomate (*Solanum lycopersicum*) y pepino (*Cucumis sativus*); tubérculos: camote (*Ipomea batatas*), rábano (*Raphanus sativum*), remolacha (*Beta vulgaris*) y yuca (*Manihot esculenta*); hojas: cilantro (*Coriandrum sativum*), epazote (*Dysphania ambrosioides*), hierbabuena (*Mentha spicata*), nopal (*Opuntia ficus-indica*) y repollo (*Brassica oleracea* var *capitata*); semillas: achiote (*Bixa orellana*), ibes (*Phaseolus lunatus* L), lentejas (*Lens culinaris*), maíz (*Zea mays*) y frijol x'pelon (*Vigna unguiculata*).

Procesamiento y extracción acuosa: Las frutas, verduras y tubérculos se cortaron en piezas y trituraron en una licuadora para obtener un puré. Las semillas y hojas, se secaron en un horno a 55 °C y después fueron molidas. Los extractos (1:20 p/v) se obtuvieron por agitación con agua destilada durante 3 horas y luego, fueron centrifugadas y filtradas (Sulaiman y Ooi, 2014).



Actividad antioxidante por captación de radicales DPPH: Se midió la actividad antioxidante de las muestras (50 mg/mL) en presencia del radical DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazil) en metanol a una concentración de 100mM. Después de 30 min de reacción se midió la absorbancia a una longitud de onda 515 nm. Los resultados se expresaron como porcentaje de inhibición de radicales DPPH (Wongsa, et al., 2012).

Actividad antioxidante por inhibición del radical ABTS: Se midió la actividad antioxidante de las muestras (50 mg/mL) en presencia del radical ABTS a una concentración de 7 mM. Después de 6 min de reacción se midió la absorbancia a una longitud de onda de 754 nm. Los resultados se expresaron como porcentaje de inhibición de radicales ABTS (Oboh et al., 2015).

Cuantificación de fenoles totales: Se determinó el contenido de fenoles totales usando el método Folin-Ciocalteu y ácido gálico como estándar (Lee et al., 2003). *Cuantificación de flavonoides totales:* Se determinó el contenido de flavonoides totales usando la reacción colorimétrica con AlCl₃ y catequina como estándar (Georgé et al., 2005). Se realizó un análisis de correlación multivariado (Pearson) para establecer relaciones entre la actividad antioxidante y compuestos bioactivos.

Resultados.

Captación de radicales libres DPPH: Los alimentos vegetales que mostraron una mayor captación de radicales DPPH fueron: guayaba (79.92%) en frutas; chile habanero (33.40%) en verduras; remolacha (45.57%) en tubérculos; hierbabuena (83.81%) en hojas y, en semillas, el x'pelon (100.00%).

Inhibición del radical ABTS: Los alimentos vegetales que mostraron una mayor inhibición de radicales ABTS fueron: pitahaya (53.60%) en frutas; tomate (58.22%) en verduras; remolacha (95.68%) en tubérculos; en el grupo de hojas no hubo diferencia estadística significativa ($p < 0.05$) entre cilantro (100.00%), epazote (98.22%) y repollo (97.46%); y en semillas, achiote y maíz inhibieron el radical en un 100.00%.

Fenoles y flavonoides totales: Los alimentos con mayor contenido de fenoles (mg de ácido gálico/g) y flavonoides (mg de catequina/g) por grupo fueron: guayaba (101.75 y 150.43), calabaza (78.70 y 68.15), camote (75.73 y 72.46), repollo (140.25 y 208.83) y achiote (108.05 y 123.60), respectivamente. El análisis de correlación indicó que, la captación de radicales DPPH está significativamente ($p < 0.05$) relacionada con el contenido de fenoles (0.7286) y flavonoides (0.5436) mientras que, la inhibición de radicales ABTS únicamente con los flavonoides (0.5915).

Análisis.

El consumo de vegetales con alto contenido de fenoles y flavonoides, ha mostrado disminuir la incidencia de enfermedades asociadas al estrés oxidativo (Tresserra et al., 2016). Los resultados del presente trabajo indican que, los vegetales con mayor contenido de fenoles y flavonoides tienen un efecto inhibitorio sobre los radicales libres. El efecto antioxidante de los fenoles y flavonoides es debido a los grupos hidroxilos presentes en su estructura química y, su mecanismo de acción podría deberse a la capacidad de transferencia de hidrógenos o electrones, activación de enzimas antioxidantes o disminución en la producción de oxidasas (Sarian et al., 2017).

Conclusiones.

Los alimentos vegetales de la milpa y huertos familiares mayas, tienen un efecto antioxidante, debido a su contenido de fenoles y flavonoides, por lo que, su consumo podría ser una alternativa dietética en el tratamiento de enfermedades asociadas al estrés oxidativo. Los compuestos bioactivos de alimentos vegetales con mayor efecto antioxidante, podrían servir de ingredientes de alimentos funcionales y nutraceuticos.



Referencias.

- Al-Gubory, K. H., & Laher, I. (2018). Nutritional antioxidant therapies: Treatments and perspectives. *Nutritional Antioxidant Therapies: Treatments and Perspectives*.
- Calix de Dios, H., Putnam, H., Alvarado Dzul, S., Godek, W., Kissmann, S., Pierre, J. L., & Gliessman, S. (2014). The challenges of measuring food security and sovereignty in the Yucatán Peninsula. *Development in Practice*, 24(2), 199–215.
- Georgé, S., Brat, P., Alter, P., & Amiot, M. J. (2005). Rapid determination of polyphenols and vitamin C in plant-derived products. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(5), 1370–1373.
- Kaleem, M., & Ahmad, A. (2018). Chapter 8 - Flavonoids as Nutraceuticals. *Therapeutic, Probiotic, and Unconventional Foods*. Elsevier Inc.
- Lee, K. W., Kim, Y. J., Lee, H. J., & Lee, C. Y. (2003). Cocoa has more phenolic phytochemicals and a higher antioxidant capacity than teas and red wine. *REVISTA?*
- Oboh, G., Ademosun, A. O., Akinleye, M., Omojokun, O. S., Boligon, A. A., & Athayde, M. L. (2015). Starch composition, glycemic indices, phenolic constituents, and antioxidative and antidiabetic properties of some common tropical fruits. *Journal of Ethnic Foods*, 2(2), 64–73.
- Sarian, M. N., Ahmed, Q. U., Mat So'Ad, S. Z., Alhassan, A. M., Murugesu, S., Perumal, V., ... Latip, J. (2017). Antioxidant and antidiabetic effects of flavonoids: A structure-activity relationship based study. *BioMed Research International*, 2017.
- Sulaiman, S. F., & Ooi, K. L. (2014). Antioxidant and α -Glucosidase Inhibitory Activities of 40 Tropical Juices from Malaysia and Identification of Phenolics from the Bioactive Fruit Juices of *Barringtonia racemosa* and *Phyllanthus acidus*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 62(39), 9576–9585.
- Tresserra-Rimbau, A., Guasch-Ferre, M., Salas-Salvado, J., Toledo, E., Corella, D., Castaner, O., Lamuela-Raventos, R. M. (2016). Intake of total polyphenols and some classes of



polyphenols is inversely associated with diabetes in elderly people at high cardiovascular disease risk. *Journal of Nutrition*, 146(4), 767–777.

Valeggia, C. R., & Snodgrass, J. J. (2015). Health of indigenous peoples. *Annual Review of Anthropology*, 44(1), 117–135.

TI12-FUN-047-PM

ACTIVIDAD ANTICANCERÍGENA DE DERIVADOS PROTEÍNICOS DE *Salvia hispanica* L EN LA LÍNEA CELULAR CaCo2

¹Quintal-Bojórquez, N.* ²Arana-Argáez, V., ¹Carrillo-Cocom, L., ¹Segura-Campos, M.R.

¹Facultad de Ingeniería Química, Periférico Norte Km. 33.5, Tablaje Catastral 13615, Col. Chuburná de Hidalgo Inn, C.P. 97203. ²Facultad de Química. Calle 43, No. 613 x Calle 90, Col. Inalámbrica. C.P. 97069. Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yucatán, México.

E-mail: maira.segura@correo.uady.mx

FUNCIONALIDAD Y NUTRICIÓN, INVESTIGACIÓN POSGRADO MAESTRÍA

Resumen.

El cáncer es la segunda causa de muerte a nivel mundial y, se espera que, el número de muertes por esta enfermedad aumente un 60% en las próximas dos décadas. Dos de las posibles causas de tal aumento son, la baja eficacia y los efectos secundarios de las terapias convencionales. Por lo anterior, resulta interesante la búsqueda de alternativas terapéuticas, tales como la medicina complementaria, basada en el estudio de derivados proteínicos. Al respecto, por su alto contenido de proteína (26%), *S. hispanica*, representa una fuente alterna de derivados proteínicos con beneficios a la salud y uso potencial en la prevención y tratamiento de enfermedades. Por lo anterior, el objetivo del presente estudio fue evaluar la actividad anticancerígena de derivados proteínicos de *S. hispanica*, en la línea celular CaCo2. Así, a 3 derivados proteínicos de chía con diferente corte de peso molecular (<1, 1-3 y 3-5 kDa), se les evaluó su efecto en la viabilidad de la línea celular de cáncer CaCo2. El contenido de proteína de la harina de chía, así como del hidrolizado proteínico (HP) y sus respectivos derivados <1, 1-3, 3-5 kDa fue de 75.28% \pm 1.08 y, 0.507 \pm 0.02, 0.074 \pm 0.02, 0.069 \pm 0.01, 0.059 \pm 0.02 mg/mL, respectivamente. El HP mostró un grado de hidrólisis (GH) de 33.79% \pm 2.14. Los resultados mostraron diferencia significativa en el efecto de los derivados



proteínicos <1, 1-3 y 3-5 kDa sobre el porcentaje de viabilidad celular de la línea CaCo2 ($p < 0.0001 < 0.05$); sin embargo, entre las concentraciones evaluadas (0.25, 0.5, 0.75 y 1 mg/mL) no se encontró diferencia estadística significativa ($p = 0.7178 > 0.05$), por lo que se reporta el promedio del porcentaje de reducción de la viabilidad celular ($p < 0.0001 < 0.05$). El DP 1-3 kDa tuvo mayor efecto estadístico sobre la viabilidad celular de la línea CaCo2 reduciéndola significativamente un 38.64%. En contraste, el DP <1 kDa tuvo menor efecto estadístico sobre la viabilidad celular de la línea CaCo2 reduciéndola significativamente un 28.08%. En conclusión, los derivados proteínicos de *S. hispanica* representan una alternativa terapéutica en la prevención del cáncer. Sin embargo, futuras investigaciones son necesarias para establecer argumentos concluyentes.

Palabras clave: Cáncer, viabilidad celular, *S. hispanica*, derivados proteínicos, medicina complementaria, CaCo2

Introducción.

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2018), se define cáncer como el conjunto de enfermedades ocasionadas por un crecimiento descontrolado de células anormales capaces de afectar cualquier parte del cuerpo. Bray et al., reportaron que, en el 2018 se registraron 9.6 millones de muertes a nivel mundial, haciendo de esta enfermedad una de las principales causas de muerte. Dentro de los primeros cinco tipos de cáncer que afectan a la población mundial, el cáncer colorectal ocupa el tercer puesto (Bray et al., 2018). Actualmente, las terapias convencionales empleadas para el tratamiento del cáncer incluyen: radioterapia, quimioterapia y/o cirugía. Sin embargo, éstas disminuyen significativamente la calidad de vida del paciente al ocasionar serios efectos secundarios (American Cancer Society, 2016). Las cifras mencionadas anteriormente y los efectos colaterales de los tratamientos convencionales son prueba de la necesidad de encontrar tratamientos complementarios (Kannan et al., 2009). La medicina complementaria se define como, el uso de tratamientos no convencionales en combinación con la Medicina Occidental, en lugar de alternativamente (Qureshi et al., 2018). Una categoría de la medicina complementaria, abarca el uso de productos naturales, particularmente los derivados proteínicos, los cuales han



ganado gran importancia en las últimas décadas por los beneficios que aportan a la salud humana. Los derivados proteínicos pueden ser extraídos de una amplia gama de fuentes naturales (Chalamaiah et al., 2018); las plantas con un alto contenido de proteína son una potencial fuente para su obtención y, tal es el caso de *Salvia hispanica* (Ranjana et al., 2017). Ésta, también conocida como “chía”, es una planta endémica de México que contiene hasta un 26% de proteína, haciéndola una buena fuente para la obtención de derivados proteínicos con actividad biológica (Cárdenas et al., 2018).

Objetivo general.

Evaluar la actividad anticancerígena de derivados proteínicos de *S. hispanica*, en la línea celular CaCo2.

Objetivos específicos.

- Determinar el contenido proteínico de los derivados proteínicos de *S. hispanica* obtenidos por ultrafiltración.
- Analizar el efecto de los derivados proteínicos en la viabilidad de líneas celulares de cáncer de mama, colon y próstata.

Metodología.

Las semillas de *S. hispanica* fueron desgomadas, desgrasadas, molidas y tamizadas para obtener una harina rica en proteína. A continuación, dicha harina fue sometida a un proceso de hidrólisis con el sistema enzimático secuencial Pepsina-Pancreatina por 90 min con el fin de obtener un hidrolizado proteínico (HP), al cual se le determinó el contenido de proteína y el grado de hidrólisis. Posteriormente, el HP fue ultrafiltrado con membranas de 1, 3 y 5 kDa, en ese orden, para la obtención de derivados proteínicos con los siguientes rangos de peso molecular: <1, 1-3 y 3-5 kDa, a los cuales se les cuantificó el contenido de proteína por el método de Lowry. Por último, se evaluó el efecto de los derivados proteínicos en la viabilidad de la línea celular de cáncer de colon (CaCo2) a través del ensayo MTT. Las células de cáncer

fueron tratadas con 250, 500, 750 y 1000 $\mu\text{g/mL}$ de los derivados proteínicos por 48 h; como control negativo se utilizó medio DMEM/F-12 sin rojo de fenol.

Resultados.

La tabla 1 muestra los resultados correspondientes al porcentaje de humedad y al contenido de proteína de la harina de chíá. El HP registró un GH de 33.79 \pm 2.14. La tabla 2 muestra el contenido de proteína del HP y de los derivados proteínicos de chíá.

Tabla 1. Porcentaje de humedad y proteína de la harina de chíá.

	Humedad	Proteína
Harina rica en proteína	8.4 \pm 0.11	75.28 \pm 1.08

Datos expresados en promedio \pm DE (n=3).

Tabla 2. Contenido de proteína del HP y de los derivados proteínicos de *S. hispanica*.

Contenido de proteína (mg/mL)			
HP	DP <1 kDa	DP 1-3 kDa	DP 3-5 kDa
0.507 \pm 0.02 ^a	0.074 \pm 0.02 ^b	0.069 \pm 0.01 ^b	0.059 \pm 0.02 ^c

Datos expresados en promedio \pm DE (n=3). a-c Letras diferentes representan diferencia estadística entre los derivados proteínicos y el HP de acuerdo a la prueba estadística de Tukey. ANOVA (p<0.05). Abreviaciones: DP (derivado proteínico).

Debido a que no se encontró diferencia significativa entre las concentraciones evaluadas de los derivados proteínicos (p=0.7178>0.05), la tabla 3 muestra el promedio del porcentaje de reducción de la viabilidad celular de la línea CaCo2 (p<0.0001<0.05).

Tabla 3. Promedio del porcentaje de reducción de la viabilidad de la línea celular CaCo2, después de 48 h de tratamiento.

Reducción de la viabilidad celular (%)			
Ctrol-	DP <1 kDa	DP 1-3 kDa	DP 3-5 kDa
0 ^a	28.08 ^b	38.64 ^c	36.76 ^d

Datos expresados en promedio \pm DE (n=3). ^{a-d} Letras diferentes representan diferencia estadística entre los derivados proteínicos de acuerdo a la prueba estadística de Fisher. ANOVA (p<0.05).

Análisis.

De acuerdo con Benítez et al., (2008), un GH mayor al 10% es categorizado como un hidrolizado extensivo con potencial actividad biológica. El contenido de proteína obtenido fue mayor al 0.04 \square 0.03 and 0.06 \square 0.01 mg/mL reportado por Chan (2018), para los DP <1, DP 1-3 y DP 3-5 kDa, respectivamente; esta variación puede deberse al orden en el que se emplearon las membranas en la ultrafiltración toda vez que, en el presente trabajo primero se utilizó la de menor peso molecular. Chalamaiah et al. (2015) reportó actividad antiproliferativa del hidrolizado proteínico en la línea celular CaCo2, obtenido a partir del huevo del rohu por hidrólisis enzimática con pepsina; el HP mostró inhibición del crecimiento en menos del 20% a la concentración más baja de tratamiento (4 mg/mL). También, Sae-laew et al. (2016) evaluó la actividad antiproliferativa de hidrolizados proteicos obtenidos del pez Barramundi por hidrólisis enzimática con Alcalasa, de manera dosis-dependiente en concentraciones de 1-25mg/mL en la línea celular de cáncer CaCo2; en las concentraciones menores a 5 mg/mL, el porcentaje máximo de inhibición de crecimiento fue de aproximadamente 35%. Estos porcentajes de inhibición fueron alcanzados en el presente estudio en las concentraciones evaluadas, lo que significa que los péptidos de bajo peso molecular son más efectivos a menores concentraciones.

Conclusiones.

Es posible concluir que los derivados proteínicos de *S. hispánica* tienen potencial uso como medicina complementaria para el tratamiento del cáncer al reducir la viabilidad de la línea celular de cáncer de colon CaCo2. Sin embargo, es necesario realizar futuras investigaciones para establecer argumentos más concluyentes.



Referencias.

- American Cancer Society (2018) Cancer Facts and Figures 2018. Atlanta, Ga: American Cancer Society
- Benítez, R., Ibarz, A., Pagan, J. (2008) Hidrolizados de proteína: procesos y aplicaciones. Acta Bioquímica Clínica Latinoamericana [en línea], 42 (Apr-june) : [Fecha de consulta: 31 de marzo de 2019] Disponible en:<<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=53542208>> ISSN 0325-2957
- Bray, F., Ferlay, J., Soerjomataram, I., Siegel, R. L., Torre, L. A., & Jemal, A. (2018). Global Cancer Statistics 2018: GLOBOCAN Estimates of Incidence and Mortality Worldwide for 36 Cancers in 185 Countries. CA: A Cancer Journal for Clinicians. doi:10.3322/caac.21492
- Cárdenas, M., Carpio, C., Welbaum, J., Vilcacundo, E., & Carrillo, W. (2018). Chia Protein Concentrate (*Salvia Hispanica* L.) Anti-Inflammatory and Antioxidant Activity. Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research, 11(2), 382. doi: 10.22159/ajpcr.2018.v11i2.17225
- Chalamaiah, M., Jyothirmayi, T., Diwan, P. V., & Dinesh Kumar, B. (2015). Antiproliferative, ACE-inhibitory and functional properties of protein hydrolysates from Rohu (*Labeo rohita*) roe (egg) prepared by gastrointestinal proteases. Journal of Food Science and Technology, 52(12), 8300–8307. doi:10.1007/s13197-015-1969-y
- Chalamaiah, M., Yu, W., & Wu, J. (2018). Immunomodulatory and anticancer protein hydrolysates (peptides) from food proteins: A review. Food Chemistry, 245, 205–222. doi: 10.1016/j.foodchem.2017.10.087
- Chan-Zapata, I., Arana-Argáez, V. E., Torres-Romero, J. C., & Segura-Campos, M. R. (2019). Anti-inflammatory effects of the protein hydrolysate and peptide fractions isolated from *Salvia hispanica* L. seeds. Food and Agricultural Immunology, 30(1), 786–803. doi:10.1080/09540105.2019.1632804



- Cicero, A. F. G., Fogacci, F., & Colletti, A. (2016). Potential role of bioactive peptides in prevention and treatment of chronic diseases: a narrative review. *British Journal of Pharmacology*, 174(11), 1378–1394. doi:10.1111/bph.13608
- Kannan, A., Hettiarachchy, N., & Narayan, S. (2009). Colon and Breast Anti-cancer Effects of Peptide Hydrolysates Derived from Rice Bran. *The Open Bioactive Compounds Journal*, 2(1), 17-20. doi: 10.2174/1874847300902010017
- Organización Mundial de la Salud (OMS). Cancer. (2018). World Health Organization. Retrieved from <http://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cancer>
- Qureshi, M., Zelinski, E., & Carlson, L. E. (2018). Cancer and Complementary Therapies: Current Trends in Survivors' Interest and Use. *Integrative Cancer Therapies*, 17(3), 844–853. doi:10.1177/1534735418762496
- Ranjana D, Akan D. (2017) Advances in Chia Seed Research. *Adv Biotech & Micro.*; 5(2): 555661. DOI: <http://dx.doi.org/10.19080/aibm.2017.05.555662>
- Sae-leaw, T., O'Callaghan, Y. C., Benjakul, S., & O'Brien, N. M. (2016). Antioxidant, immunomodulatory and antiproliferative effects of gelatin hydrolysates from seabass (*Lates calcarifer*) skins. *International Journal of Food Science & Technology*, 51(7), 1545–1551. doi:10.1111/ijfs.13123

TI12-FUN-049-PM

**INFLUENCIA DEL PH EN LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE *IN VITRO* DE
COMPUESTOS FENÓLICOS INDIVIDUALES**

¹Santamaria, E., ¹Can-Cahuich, C.A., ¹Casanova-Ortiz, J.S*, ¹Moo-Huchin, V.M., ¹Sauri-Duch, E.

¹Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Mérida, Av. Tecnológico, Km. 5 Carretera Mérida Progreso, CP. 97118. Mérida, Yucatán, México.

joelcasanovaortiz@gmail.com

FUNCIONALIDAD Y NUTRICIÓN, INVESTIGACIÓN POSGRADO MAESTRÍA

Resumen.

La actividad antioxidante (Aaox) de compuestos fenólicos (CF) se evalúa *in vitro* por su capacidad de atrapar radicales libres (RL). La Aaox depende en gran medida del pH del medio en el cual se realice la reacción. El objetivo fue evaluar el efecto del pH de CF puros (100 mg/L) y mezclados (25 mg/L) en su actividad antioxidante. Se usaron ácido gálico (AG), ácido transcinámico (ATC), crisina (C) y quercetina (Q). La Aaox se midió por ABTS y DPPH y los resultados fueron expresados en mMol Trolox/g. El A. G y el A. TC presentaron mayor Aaox a pH bajo (4 a 6) que a pH alto (7 a 12) con ambos métodos. En la C la Aaox con ABTS presentó valores mayores a pH neutro y alcalino (7 y 9) mientras que con DPPH sólo presentó actividad a pH 10. La Q presentó Aaox a pH de 5 con ABTS y a 7 con DPPH. En la mezcla de los CF la Aaox medida por ABTS fue mayor a pH de 6, mientras que con el DPPH fue mayor a pH 8. El pH del medio influyó de manera significativa en la Aaox de los CF con ambos métodos evaluados.

Palabras clave: Compuestos fenólicos, actividad antioxidante, pH

Introducción.

La actividad antioxidante de compuestos fenólicos se evalúa *in vitro* espectrofotométricamente por su capacidad de atrapar radicales libres. La actividad antioxidante depende en gran medida del estado de ionización de la molécula, el cual está influenciado por el pH del medio en el cual se realice la reacción *in vitro*. El pH de la reacción puede ser modificado por el pH inicial del extracto en donde se encuentren los compuestos fenólicos. Por lo cual en este trabajo se evaluó el efecto del pH del medio de dilución de compuestos fenólicos en la actividad antioxidante evaluada *in vitro* con los métodos de DPPH y ABTS.

Objetivo general.

Evaluar el efecto del pH del medio de disolución en la actividad antioxidante de compuestos fenólicos puros y en mezcla, con los métodos de DPPH y ABTS.

Objetivos específicos.

Determinar el efecto de diferentes pH en la actividad antioxidante medida por los métodos de ABTS y DPPH de 4 compuestos fenólicos individuales.

Determinar el efecto de diferentes pH en la actividad antioxidante medida por los métodos de ABTS y DPPH de la mezcla de 4 compuestos fenólicos.

Metodología.

Preparación de los compuestos fenólicos: Se evaluó la actividad antioxidante de ácido gálico, ácido transcinámico, crisina y quercetina. Los cuatro compuestos fenólicos fueron preparados a una concentración de 100 mg/L. Las diluciones se realizaron a pH de 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 y 12, en soluciones buffers. Para cada compuesto fenólico a todos los pH se le evaluó la actividad antioxidante por los métodos de DPPH y ABTS, las metodologías se describirán a continuación. También se realizó una mezcla de los 4 compuestos fenólicos a una concentración de 25 mg/L cada uno.

Actividad antioxidante por DPPH: Se llevó a cabo mediante la metodología propuesta por Brand et al., (1995), para lo cual se usaron 2.5 mg del radical DPPH• (1,1-Difenil-2-2-picrilhidrazil) que se diluyeron en 100 mL de metanol puro (Solución stock). Después la solución stock fue diluida con metanol puro para ajustar su absorbancia a 0.7 ± 0.2 a 515 nm (Solución de trabajo). Para medir la actividad antioxidante de los compuestos fenólicos a diferentes pH, se usaron 3.9 mL de la solución de trabajo que se mezclaron con 0.1 mL de los compuestos fenólicos a diferentes pH y se registró la disminución la absorbancia del DPPH a 515 nm (inhibición del radical DPPH• (%) = $((\text{Abs inicial} - \text{Abs final}) / (\text{Abs inicial})) \times 100$) después de 30 minutos de reacción. La actividad antioxidante (Aaox) fue expresada como mMol equivalente de Trolox/g de compuesto fenólico mediante la interpolación en una curva de calibración hecha con Trolox a concentraciones de 200 a 1200 $\mu\text{Mol/L}$. La evaluación se realizó por triplicado.

Actividad antioxidante por ABTS: Se usó el procedimiento descrito por Re et al., (1999). Previamente se formó el catión ABTS•⁺ (ácido 2,2-azinobis-3-etilbenzotioazolin-6-sulfónico) a partir de 5 mL de una solución acuosa de ABTS (3.84 mg/mL) y 88 μL de persulfato de potasio ($\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$) (0.0378 g/mL), incubada en obscuridad durante 18 h. Después la absorbancia se ajustó a 0.7 ± 0.02 a 734 nm mediante la dilución de 1 mL del catión ABTS•⁺ en 88 mL de etanol. Por último, se midió la actividad antioxidante, mezclando 3970 μL del ABTS•⁺ con 30 μL de la muestra al pH correspondiente y midiendo la inhibición del radical ABTS (%) a 734 nm provocada por el extracto a un tiempo determinado (Inhibición del radical ABTS• (%) = $((\text{Abs inicial} - \text{Abs final}) / (\text{Abs inicial})) \times 100$). El tiempo de reacción fue de 1 h. Los valores de Inhibición del radical ABTS (%), se convirtieron a valores de $\mu\text{Mol Eq. Trolox/L}$, mediante una curva de calibración de 100 a 3000 a $\mu\text{Mol Eq. Trolox/L}$. La actividad antioxidante (Aaox) fue expresada como $\mu\text{Mol Eq. Trolox/g}$ de compuesto fenólico. El análisis se realizó por triplicado.

Resultados.

Tanto el ácido gálico como el transcinámico presentaron mayor Aaox a pH bajo (4 a 6) que a pH alto (7 a 12) con ambos métodos (Figuras 1 y 2). En el caso de la crisina la Aaox con

ABTS presentó valores mayores a pH neutro y alcalino (7 y 9) mientras que con DPPH sólo presentó actividad a pH 10 (Figura 3). La quercetina presentó Aaox a pH de 5 con ABTS y a 7 con DPPH (Figura 1 y 2). En la mezcla de los compuestos fenólicos la Aaox medida por ABTS fue mayor a pH de 6, mientras que con el DPPH fue mayor a pH 8 (Figura 4). De manera general el Ácido gálico fue el que presentó mayor Aaox con ambos métodos, 896.77 ± 16.87 mM eq, Trolox/g con ABTS y 109.54 ± 0.08 mM eq, Trolox/g con DPPH.

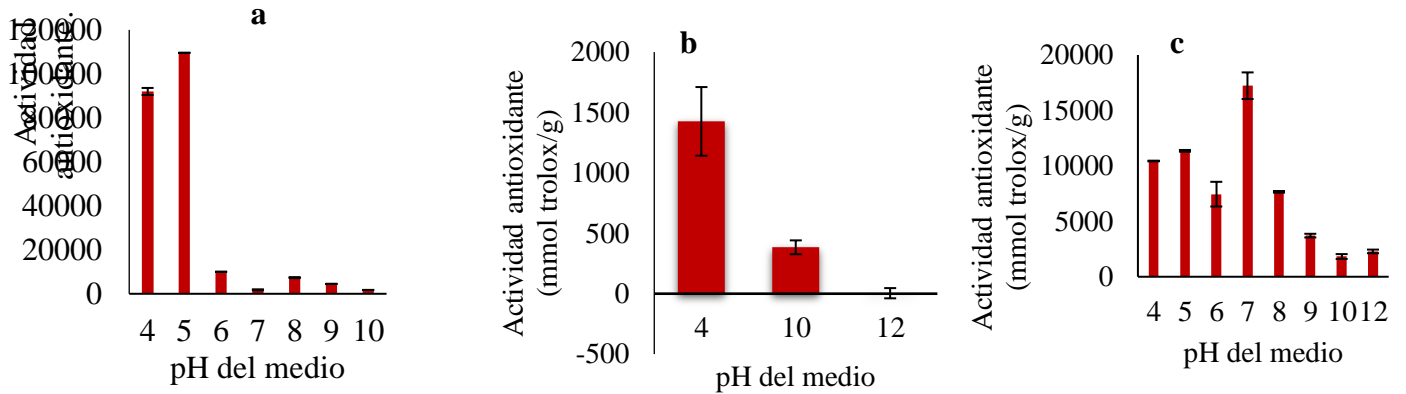


Figura 1. Actividad antioxidante por DPPH de ácido gálico (a), ácido transcinámico (b) y quercetina (c) a diferentes pH

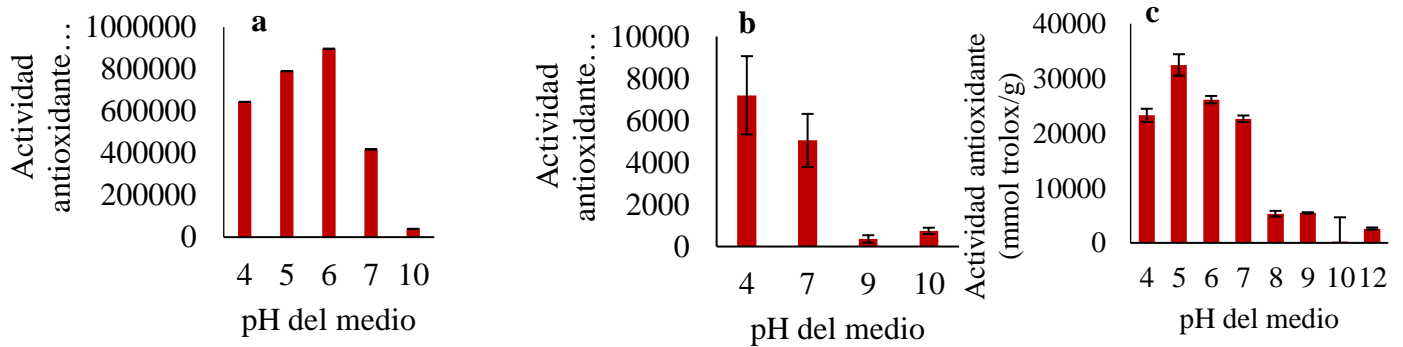


Figura 2. Actividad antioxidante por ABTS de ácido gálico (a) ácido transcinámico (b) y quercetina a diferentes pH.

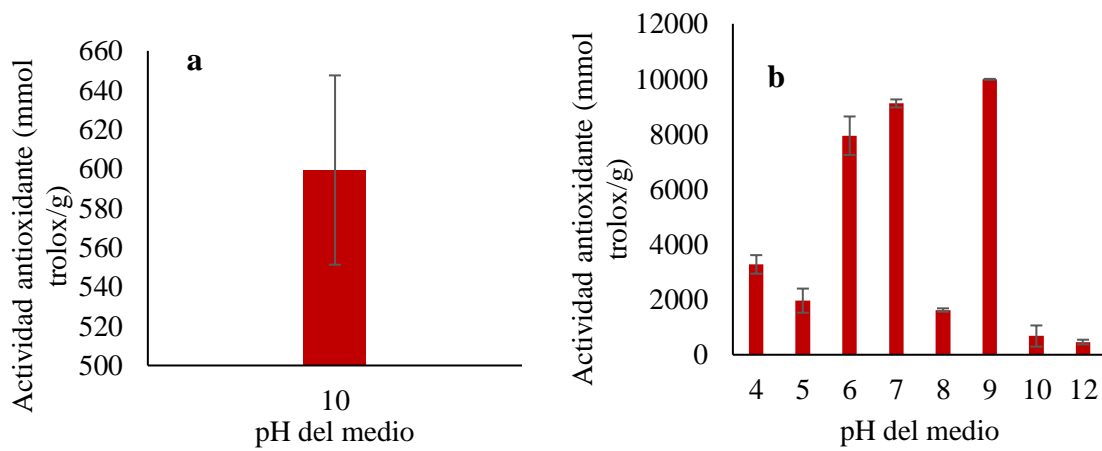


Figura 3. Actividad antioxidante de la crisina por DPPH (a) y ABTS (b) a diferentes pH

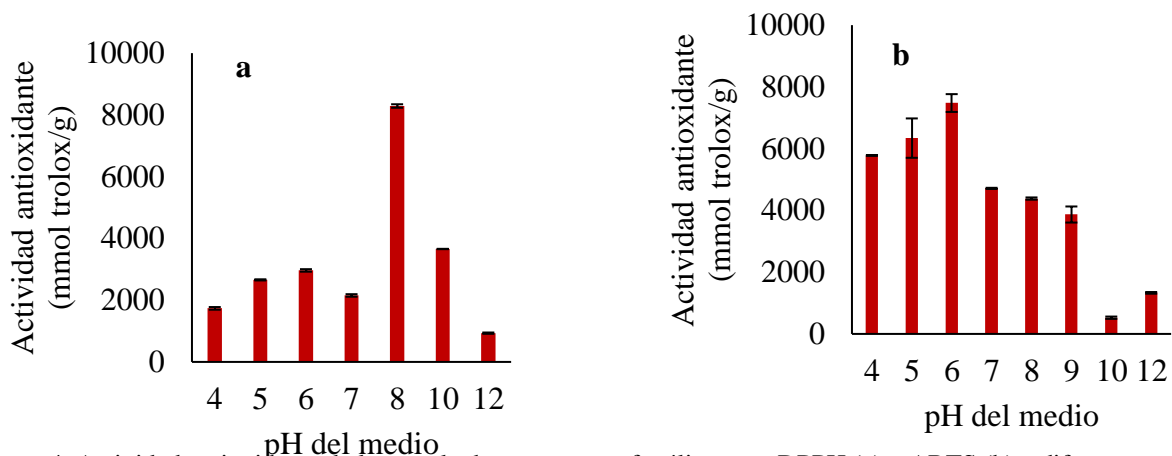


Figura 4. Actividad antioxidante de la mezcla de compuestos fenólicos por DPPH (a) y ABTS (b) a diferentes pH

Los valores de pH que no aparecen en las gráficas son aquellos en el que el valor de inhibición fue negativo, por lo cual no se graficaron.

Análisis.

Los 4 compuestos fenólicos presentaron actividades antioxidantes mayores a pHs que van de lo ácido a lo neutro (4-7) en ambos métodos, con excepción de la actividad antioxidante medida por ABTS de la crisina cuyo valor más alto fue a pH 9. Las diferencias encontradas en las actividades antioxidantes a los diferentes valores de pH indican que el pH de la solución de los compuestos fenólicos cuya actividad se desee evaluar juega un papel muy importante en el valor que se encuentre. Este diferente comportamiento de los compuestos fenólicos en función del pH pudiera obedecer a la variación del grado de ionización de los compuestos fenólicos a cada pH. El potencial de ionización de los compuestos fenólicos



disminuye conforme incrementa el pH, lo que causa un incremento en la capacidad del compuesto de donar electrones (Apak et al., 2016).

Conclusiones.

En la mayoría de los compuestos fenólicos y con ambas técnicas el pH alcalino tuvo un efecto negativo en la actividad antioxidante. La crisina parece tener mayor actividad antioxidante a pH alcalinos en ambas técnicas (ABTS y DPPH).

Referencias.

- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., y Rice-Evans. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Journal of Food Science and Technology*. 32(4), 1608–1619.
- Apak, R., Özyürek, M., Güçlü, K., & Çapanoğlu, E. (2016). Antioxidant activity/capacity measurement. 1. Classification, physicochemical principles, mechanisms, and electron transfer (ET)-based assays. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 64(5), 997–1027. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.5b04739>
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E. & Berset, C. (1995) Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie*, 28, 25–30.

TI12-FUN-053-PD

**FORMULACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE UNA BEBIDA FUNCIONAL A
BASE DE *Avena sativa*, *Cinnamomun zeylanicum* y *Vanilla mexicana***

¹Garza Juárez AJ*. ²Rodríguez Acosta MG, ¹Cavazos Rocha NC, ²Ibarra Salas MJ, ¹Lucio
Gutiérrez JR

¹Facultad de Medicina de la UANL. ² Facultad de Salud Pública y Nutrición de la UANL.
Madero y Dr. Aguirre Pequeño colonia Mitras Centro Monterrey, N.L. CP. 64460 México.

Correo electrónico: aurgarza@gmail.com; aurora.garzaj@uanl.mx

FUNCIONALIDAD Y NUTRICIÓN, INVESTIGACIÓN POSGRADO DOCTORADO

Resumen.

Cambios en el estilo de vida y los hábitos alimenticios han promovido la prevalencia de enfermedades crónicas degenerativas, como diabetes mellitus (DM) y enfermedades cardiovasculares, entre otras. Los altos costos asociados y los efectos adversos por el consumo prolongado de fármacos, motivan a los pacientes a la búsqueda de tratamientos alternativos, como el uso de especies vegetales, por sus propiedades nutrimentales y su potencial funcional. *Avena sativa* es un cereal con excelentes cualidades por su alto contenido en fibra dietética, fitoquímicos y su gran valor nutricional, que además ha demostrado reducir el colesterol plasmático (Whitehead, et al., 2014), las concentraciones de insulina plasmática en ayunas (Bao, et al., 2014) y provocar una respuesta glucémica baja. El objetivo de este trabajo fue desarrollar una bebida estandarizada a base de *Avena sativa*, *Cinnamomun zeylanicum* y *Vanilla mexicana*, sin tratamiento térmico. Para lograr este objetivo, se aplicó un diseño factorial a dos niveles, partiendo de 55g de avena molida y probando diferentes cantidades de canela y vainilla. Las formulaciones obtenidas se evaluaron con una escala hedónica y una prueba de preferencia. La formulación con mejor aceptación se caracterizó nutrimental y funcionalmente a través del índice glucémico (IG), carga glucémica (CG), contenido de β -glucanos, compuestos fenólicos totales extraíbles (CFTE) y flavonoides



extraíbles (FE), así como la estabilidad microbiológica. No hubo diferencias significativas entre las formulaciones propuestas ($p < 0.05$); sin embargo, a mayor concentración de canela, mayor aceptación del consumidor. Se seleccionó la formulación con 5 g de canela, 55 g de avena molida y 3 mL de vainilla por 300 mL. Su contenido nutricional en base seca (g/100 g) fue de 2.4 g de cenizas, 4.5 g de grasa, 9.1 g de proteína, 0.8 g de fibra y 83.2 g de carbohidratos. El IG fue bajo (54) con CG de 27, el contenido de β -glucanos fue de 1.6 g/bebida. El contenido de CFTE fue de 158.9 μ g EAG/mL y para FE fue de 46.6 μ g EQ/mL. Su calidad microbiológica se mantuvo estable dentro de las 24 horas de su preparación. Se obtuvo una bebida sin tratamiento térmico a base de avena, enriquecida con canela y vainilla con propiedades funcionales, por su bajo IG, alto contenido de β -glucanos y compuestos antioxidantes.

Palabras clave: Bebida funcional, avena, canela, vainilla.

Introducción.

Actualmente, México presenta un preocupante y creciente problema, aproximadamente siete de cada diez adultos padece sobrepeso (Gutiérrez, 2011) y según la OCDE, nos encontramos en el segundo lugar a nivel mundial en prevalencia de la obesidad, factor de riesgo importante para el desarrollo de Diabetes, hipertensión y enfermedades cardiovasculares; esto repercute gravemente en la economía individual y Nacional; el porcentaje del gasto en salud anual que se destina al control de peso, hipertensión y diabetes (INEGI, 2013) es del 9.22%, sin mencionar las pérdidas de productividad por su mortalidad prematura y ausentismo laboral.

Es importante mencionar que el exceso de tejido graso, desencadena una respuesta inflamatoria crónica, que inducen resistencia a la insulina, y desregulación del metabolismo de la glucosa y de lípidos en el tejido adiposo, en el músculo esquelético y en el hígado (Minihane et al., 2015) que ulteriormente contribuyen al desarrollo de diversas enfermedades crónicas degenerativas.

Considerando el rol substancial de la inflamación crónica en la patología de la obesidad, el tratar de contrarrestarla *in vivo* a través de la dieta, con el uso de productos naturales de uso



tradicional, podría ayudar a recuperar el equilibrio inmunitario (Harford, et al., 2011) y con esto, prevenir el desarrollo de las enfermedades causadas por la obesidad de una forma económicamente accesible para la mayor parte de la población.

Dentro de la amplia gama de productos naturales de uso tradicional, que poseen propiedades benéficas para la salud, hemos considerado a la *Avena sativa* como un producto con excelentes cualidades por su alto contenido en fibra dietética, fitoquímicos y su gran valor nutricional, que además ha demostrado reducir el colesterol plasmático (Whitehead et al., 2014), disminuir las concentraciones de insulina plasmática en ayunas (Bao et al., 2014), provocar una respuesta glucémica baja y si consideramos que la ración a consumir, posee por lo menos 3 g de β -glucanos, puede disminuir la respuesta glucémica a la comida (Tosh, 2013). También mejora la salud del colon y recientemente se le han atribuido propiedades anti-inflamatorias (Chappell, 2015; Menon, 2016).

A pesar de las múltiples presentaciones de la avena para su consumo, a la fecha no existen estudios sobre su consumo en forma de una bebida funcional, que proporcione como ventajas una presentación fácil y práctica para un mayor apego a su uso. Por todo lo anterior, hemos seleccionado a la *Avena sativa* como materia prima base, así como *Cinnamomun zeylanicum* y *Vanilla planifolia* para la formulación de una bebida que ayude al abordaje del problema del sobrepeso y la obesidad en la población mexicana.

Objetivo general.

Desarrollar una bebida estandarizada a base de *Avena sativa*, *Cinnamomun zeylanicum* y *Vanilla planifolia*, sin tratamiento térmico.

Objetivos específicos.

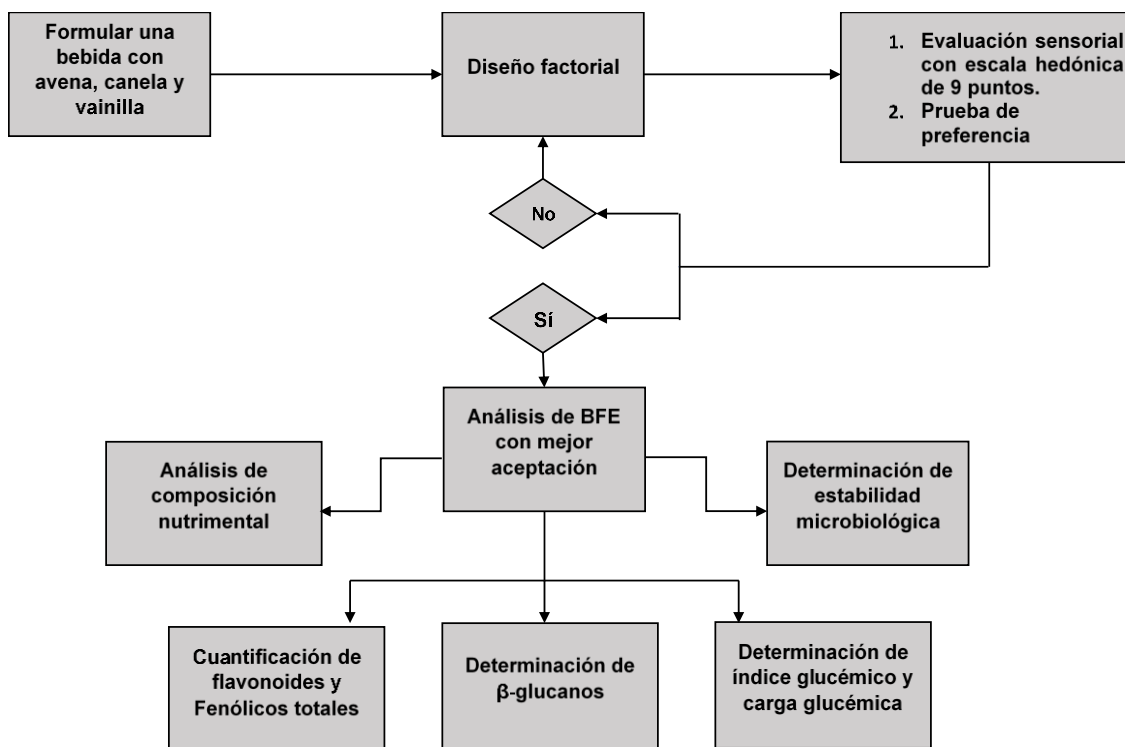
1. Evaluar la aceptación sensorial de la bebida formulada mediante una escala hedónica y una prueba de preferencia.
2. Caracterizar química y funcionalmente la bebida formulada.



Metodología.

Materia prima. Avena sativa, Cinnamomun zeylanicum y extracto de Vanilla planifolia.

Diseño experimental: Para la formulación de la bebida, se pesaron 55 g de avena molida en 250 mL de agua, basándonos en un estudio realizado previamente por el grupo de trabajo (López et al., 2016). Aplicando un diseño factorial de dos niveles, se probó la adición de diferentes cantidades de extracto de vainilla y de canela molida. Las nueve formulaciones obtenidas del diseño experimental se sometieron a evaluación sensorial empleando una escala hedónica de 9 puntos y una pregunta sobre la preferencia por una muestra. Los resultados fueron analizados por análisis de varianza (ANOVA) de un factor, Chi cuadrada y prueba post-hoc. La formulación de mejor aceptación y preferencia fue sometida a la caracterización nutrimental y funcional. Para el análisis proximal, se empleó la metodología recomendada por la AOAC; la determinación de compuestos fenólicos totales, flavonoides y β -glucanos se realizaron mediante pruebas espectrofotométricas. En la determinación del índice y carga glucémica de la bebida, participaron 10 voluntarios sanos de 18 a 30 años (firma de consentimiento informado). Se aplicó el método de trapecios, el cual consiste en dividir la figura de la curva en trapecoides y sumar sus áreas correspondientes (Girbés Borrás, 2008). La calidad microbiana de la bebida se evaluó con pruebas para mesófilos aerobios (NOM-092-SSA1-1994), coliformes totales (NOM-113-SSA1-1994) y para hongos y levaduras (NOM-111-SSA1-1994) bajo los requerimientos generales para la realización de análisis microbiológicos, de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-210-SSA1-2014.



Resultados.

Los resultados de aceptación mostraron que no existía diferencia estadística significativa ($p=0.061$) en los puntajes medios obtenidos entre las 9 bebidas formuladas; sin embargo, se observó una tendencia a “me gusta mucho” para las formulaciones con 5 g de canela y 3 y 2 mL de vainilla; ambas tenían en común que contenían la máxima cantidad de canela en la infusión. En cuanto a la prueba de preferencia, no hubo diferencia estadísticamente significativa entre ambas bebidas, por lo que para asegurar un mayor aporte de compuestos antioxidantes se procedió a caracterizar la bebida formulada con 5 g de canela y 3mL de extracto de *Vanilla planifolia*. Los resultados de la composición nutrimental, contenido de fenólicos totales, flavonoides y β -glucanos presentes en la bebida formulada se presentan en la tabla 1.

Tabla 1. Composición nutrimental y química de la bebida (*g/100g)

Determinación	Contenido	% DER
Cenizas	2.40*	3.68
Extracto etéreo	4.53*	10.32
Proteína	9.06*	4.96
Fibra	0.79*	7.26
Carbohidratos totales	83.22*	0.60
Fenólicos totales extraíbles (Eq. de ácido gálico)	158.85	3.71
Flavonoides extraíbles (Eq. de quercetina)	49.62	7.47
B-Glucanos (g/porción)	1.53	5.95

El IG promedio fue de 54 con un %DER de 27, que lo califica como un alimento de bajo IG; en cuanto a la CG, el promedio correspondió a 27, siendo una CG alta. Los resultados del análisis microbiológico mostraron que la bebida es estable a 4 °C durante las primeras 24 horas.

Conclusiones.

Se logró la formulación de una bebida a base de avena sin tratamiento térmico enriquecida con infusión de canela y extracto natural de vainilla, con buena aceptación y preferencia sensorial, con bajo Índice Glucémico, una Carga Glucémica de 27 unidades; la bebida puede aportar el 50% de fibra de β -glucanos de acuerdo a la recomendación diaria de la FDA y cuyo contenido de compuestos fenólicos libres fue de 158.9 μ g equivalentes de ácido gálico/mL



mientras que de flavonoides extraíbles de 46.6 μg equivalentes de quercetina/mL, lo que la convierte en una opción de alimento nutritivo y con potencial funcional.

Referencias.

- Bao, L., Cai, X., Xu, M. & Li, Y. (2014). Effect of oat intake on glycaemic control and insulin sensitivity: a meta-analysis of randomised controlled trials. *British Journal of Nutrition*, 112(3), 457–466. <https://doi.org/10.1017/S0007114514000889>
- Chappell, A. J; Thies, F; Martin, P; Flint, H, J. & Scott, K.P. (2015). The effect of in vitro fermentation of oats (*Avena sativa*) and barley (*Hordeum vulgare*) on the fecal gut microbiota. *Proceeding of the Nutrition Society*, 74(OCE1), E32.
- Girbés Borrás, J. (2008). Métodos para la determinación de la sensibilidad a la insulina basados en la sobrecarga oral de glucosa. *Avances En Diabetología Diabetol.*, 24(4), 296–304. Retrieved from <http://www.sediabetes.org/gestor/upload/revistaAvances/24-4-4.pdf>
- Gutiérrez JP, Rivera-Dommarco J, Shamah-Levy T, Villalpando-Hernández S, Franco A, Cuevas-Nasu L, Romero-Martínez M. & Hernández-Ávila M. (2012) Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012. Resultados Nacionales. Cuernavaca, México: Instituto Nacional de Salud Pública (MX).
- Harford, K. A., Reynolds, C. M., McGillicuddy, F. C. & Roche, H. M. (2011). Fats, inflammation and insulin resistance: Insights to the role of macrophage and T-cell accumulation in adipose tissue. *Proceedings of the Nutrition Society*, 70(4), 408–417. <https://doi.org/10.1017/S0029665111000565>
- INEGI. Encuesta Nacional de Gastos de los Hogares (ENGASTO) 2013
- López-Méndez, L. F., Meléndez-Coral, M., Cerda-Flores, R. M., de la Garza-Hernández, A. L., Ramírez-López, E., Ibarra-Salas, M. de J. & Garza-Juárez, A. de J. (2016). Standardization and Glycemic Index of a Traditional Oat (*Avena sativa*) Beverage.



- Journal of Food and Nutrition Research, 4(6), 388–393. <http://doi.org/10.12691/jfnr-4-6->
- Menon, R., Gonzalez, T., Ferruzzi, M., Jackson, E., Winderl, D. & Watson, J. (2016). Oats-From Farm to Fork. *Adv Food Nutr Res*, 77, 1-55. doi:10.1016/bs.afnr.2015.12.001.
- Minihane, A. M., Vinoy, S., Russell, W. R., Baka, A., Roche, H. M., Tuohy, K. M., & Calder, P. C. (2015, October 14). Low-grade inflammation, diet composition and health: Current research evidence and its translation. *British Journal of Nutrition*, Vol. 114, pp. 999–1012. <https://doi.org/10.1017/S0007114515002093>
- Tosh, S. M. (2013, April). Review of human studies investigating the post-prandial blood-glucose lowering ability of oat and barley food products. *European Journal of Clinical Nutrition*, Vol. 67, pp. 310–317. <https://doi.org/10.1038/ejcn.2013.25>
- Whitehead, A., Beck, E. J., Tosh, S. & Wolever, T. M. S. (2014). Cholesterol-lowering effects of oat β -glucan: A meta-analysis of randomized controlled trials¹. *American Journal of Clinical Nutrition*, 100(6), 1413–1421. <https://doi.org/10.3945/ajcn.114.086108>

TI12-FUN-054-L

ESTUDIO DE LA SUPERVIVENCIA DE *Lactobacillus rhamnosus* EN UN SUPLEMENTO ALIMENTICIO A BASE DE CÁSCARA DE TUNA VERDE DURANTE LA SIMULACION GASTROINTESTINAL

¹Salas-Ramírez Karla Fernanda *, ²López-Mejía Ofelia Araceli, ¹Ochoa-Velasco Carlos Enrique, ¹Cid-Pérez Teresa-Soledad, ¹Ávila-Sosa Raúl, ¹Lazcano-Hernández Martín, ¹Hernández-Carranza Paola

¹Facultad de Ciencias Químicas, Departamento de Bioquímica-Alimentos, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, 18 Sur y Avenida San Claudio, Ciudad Universitaria, Colonia San Manuel, Puebla, México, CP 72420. ² Carrera de Ingeniería en Industrias Alimentarias. Instituto Tecnológico del Altiplano de Tlaxcala. km 7.5 Carretera Federal San Martín Tex-Tlaxcala. San Diego Xocoyucan, Tlax. C.P 90122, lopezofelia@itat.edu.mx

FUNCIONALIDAD Y NUTRICIÓN, INVESTIGACIÓN LICENCIATURA

Resumen.

Los suplementos alimenticios son productos elaborados a partir de hierbas, extractos vegetales o concentrados de frutas, cuya finalidad es incrementar, complementar o suplir algún componente de la dieta. Hoy en día, son pocos los suplementos elaborados a partir de subproductos de frutas o adicionados con probióticos, por lo que el aprovechamiento de cáscaras para el desarrollo de alimentos funcionales es una alternativa debido a que éstos contienen compuestos bioactivos, que pueden contribuir en la prevención de enfermedades humanas. El objetivo de este trabajo fue elaborar un suplemento con cáscara de tuna y el probiótico *Lactobacillus rhamnosus*, evaluando su supervivencia durante el proceso de simulación gastrointestinal. *L. rhamnosus* fue liofilizado y adicionado en un suplemento de cáscara de tuna verde y Splenda, el suplemento fue disuelto en agua e incorporado en un sistema de simulación gastrointestinal continuo durante 5 h (2 h en fluido gástrico y 3 h en intestinal). Por otro lado, el probiótico (sin suplemento) fue incorporado al fluido



gastrointestinal. La supervivencia fue evaluada mediante la siembra en cajas Petri con agar MRS. Los resultados mostraron que al término del fluido gástrico (2 h), la población de *L. rhamnosus* sin suplemento disminuyó 4.54 ciclos logarítmicos (CL), mientras que cuando se incorporó en el suplemento la población se redujo 1.2 CL. Por otro lado, al término del fluido intestinal (3 h) *L. rhamnosus* sin suplemento se redujo 4.71 CL y con suplemento 1.39 CL, esto indica que el suplemento de cáscara de tuna verde tiene un probable efecto prebiótico que permite que la población de *L. rhamnosus* se mantenga viable durante el proceso de simulación gastrointestinal.

La conclusión de este trabajo es que el suplemento a base de cáscara de tuna verde es un vehículo para la incorporación de probióticos, logrando mantener la viabilidad durante los procesos gastrointestinales.

Palabras clave: cáscara de tuna, supervivencia, simulación gastrointestinal, *Lactobacillus rhamnosus*

Introducción.

Los probióticos son microorganismos vivos que al ser suministrados en cantidades adecuadas confieren beneficios a la salud del huésped, los géneros más ampliamente utilizados son: *Lactobacillus* y *Bifidobacterium* (Jiménez, 2013). Debido a los múltiples beneficios producidos por los probióticos, se ha generado un creciente interés para su aplicación en la industria alimentaria. Tradicionalmente, los productos lácteos han sido empleados como matrices para la incorporación de estos microorganismos; sin embargo, es necesaria la búsqueda de otros alimentos para su incorporación (Arango et al., 2010). Los suplementos alimenticios son productos elaborados a partir de hierbas, extractos vegetales o concentrados de frutas, cuya finalidad es incrementar, complementar o suplir algún componente de la dieta. Hoy en día, son pocos los suplementos elaborados con subproductos de frutas o adicionados con probióticos, por lo que el aprovechamiento de cáscaras con probióticos permitiría el desarrollo de alimentos funcionales.

Objetivo general.

Evaluar la supervivencia de *Lactobacillus rhamnosus* en un suplemento alimenticio a base de cáscara de tuna verde durante la simulación gastrointestinal.

Objetivos específicos.

Obtener un cultivo liofilizado de *L. rhamnosus* y cuantificar la población antes y después del proceso.

Determinar la supervivencia de *L. rhamnosus* adicionado en un suplemento alimenticio durante el proceso de simulación gastrointestinal.

Metodología.

Lactobacillus rhamnosus fue liofilizado usando glicerol al 50% como crioprotector, posteriormente fue adicionado en un suplemento de cáscara de tuna verde y Splenda en proporción (1:9:1), respectivamente. Se determinó la población de *L. rhamnosus* después de la liofilización, se realizó la siembra en cajas Petri con agar MRS (Man, Rogosa y Sharpe), mediante el método de vertido en placa, se incubaron las cajas a 37°C durante 48 h y se realizó el conteo de la población microbiana.

La preparación del suplemento se realizó diluyendo 5 g del polvo en 100 mL de agua.

Para la simulación gástrica, se preparó un fluido gástrico (FG) y un fluido intestinal (FI). El FG se elaboró con agua estéril a pH de 2 ajustando con HCl (1 N), se adicionó NaCl y pepsina. El FI se preparó con agua estéril a pH de 7 ajustando con NaOH (1 N), se adicionó K₂HPO₄ y pancreatina.

Se tomaron 25 mL del suplemento preparado y se colocaron en 25 mL de la solución de FG, la solución se incubó a 37°C y 110 rpm durante 2 h; posteriormente, se tomaron 25 mL del FG y se incorporaron en 25 mL del FI, las muestras fueron incubadas a 37°C durante 3 h y 110 rmp.



Se utilizó *L. rhamnosus* liofilizado como control y se incorporó en cada uno de los fluidos en proporción (1:9) manteniéndose las mismas condiciones de temperatura, agitación e incubación. La viabilidad del microorganismo se realizó antes de la simulación, después de 2 y 5 h, se utilizó el mismo procedimiento de siembra que en la liofilización.

Resultados y análisis.

Efecto de la liofilización sobre L. rhamnosus: La liofilización es un proceso que puede afectar significativamente la viabilidad de probióticos, razón importante para emplear crioprotectores (Otero et al., 2007), entre los crioprotectores más usados destacan los disacáridos (Ej. sacarosa, lactosa y tetralosa), polialcoholes (Ej. glicerol, manitol y sorbitol), polisacáridos, aminoácidos y proteínas (Hubalek, 2003). En este trabajo se utilizó glicerol. La población inicial de *L. rhamnosus* después de 36 h de crecimiento fue de 8.40×10^{10} UFC/mL, equivalente a 10.92 ± 0.10 ciclos logarítmicos, después de la liofilización *L. rhamnosus* se redujo a 5.79×10^8 UFC/g, equivalente a 8.76 ± 0.38 ciclos logarítmicos, es decir la población se redujo 2.15 ciclos logarítmicos, sin embargo, aún es una población viable. Los resultados de la liofilización obtenidos en este trabajo, coinciden con lo reportado por Sanz et al. (2003), quienes mencionaron que las dosis de consumo necesaria para garantizar la efectividad de microorganismos probióticos es de 10^6 - 10^7 UFC/mL o g.

Supervivencia de *Lactobacillus rhamnosus* en el suplemento de base de cáscara de tuna verde durante la simulación gastrointestinal se presenta en Figura 1, con y sin suplemento, se puede observar que hay una mayor reducción de la población cuando *L. rhamnosus* no va incorporado en el suplemento.

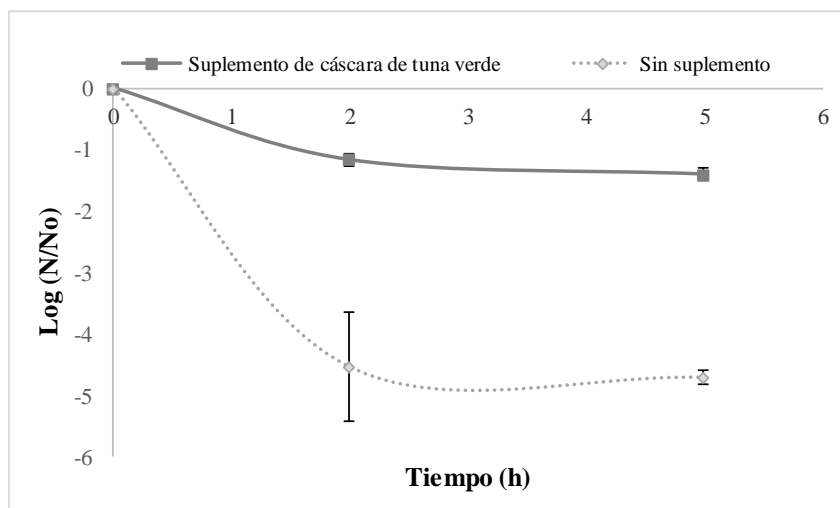


Figura 1. Supervivencia de *L. rhamnosus* durante el proceso de simulación gastrointestinal en suplemento de cáscara de tuna roja, cáscara de tuna verde y sin suplemento.

Por otra parte, se observa una mayor disminución de la población después de 2 h en el fluido gástrico. Al término de la simulación gastrointestinal (5 h) *L. rhamnosus* en el suplemento con cáscara de tuna verde presentó una población de 7.47×10^6 UFC/mL, mientras que el control presentó una población de 2.23×10^3 UFC/mL. Estos resultados suponen que el suplemento de cáscara de tuna contiene sustancias que ayudan al probiótico en su viabilidad, probablemente el alto contenido de fibra dietética presente en la epidermis del fruto (66%) (Albores, 2017), además es importante mencionar que el pH condiciona la tasa de supervivencia de este microorganismo.

Conclusiones y/o recomendaciones.

Se logró incorporar *Lactobacillus rhamnosus* en un suplemento alimenticio a partir de cáscara de tuna verde. La población de *L. rhamnosus* se mantiene viable después de 5 h del proceso de simulación gastrointestinal. Se recomienda evaluar otros probióticos, así como realizar una evaluación sensorial.



Referencias.

- Albores, A. D. G. (2018). Elaboración y evaluación de un suplemento alimenticio formulado a base de cáscara de tuna verde (*Opuntia megacantha*). Tesis de Licenciatura. BUAP.
- Arango, T. Cortés, M. y Montoya, O. (2010). Frutos de uchuva (*Physalis peruviana* L.) ecotipo "Colombia" mínimamente procesados, adicionados con microorganismos probióticos utilizando la ingeniería de matrices. Revista Facultad Nacional de Agronomía. 63:5395-5407.
- Hubalek, Z. (2003). Protectants used in the cryopreservation of microorganisms. Cryobiology. 46: 205-229.
- Jiménez, F. (2013). Multiple emulsions; bioactive compounds and functional foods. Nutrición Hospitalaria. 28:1413-1421.
- Otero, M. C., Espeche, M. C. y Nader-Macias, M. E. (2007). Optimization of the freeze-drying media and survival throughout storage of freeze-dried *Lactobacillus gasseri* and *Lactobacillus delbrueckii* subsp *delbrueckii* for veterinarian probiotic applications. Process Biochem. 42:1406-1411.
- Sanz, Y., Collado, M. C. y Dalmau, J. (2003). Probióticos: criterios de calidad y orientaciones calidad y orientaciones para el consumo. Acta Pediátrica Española. 61(9):476-482.

TI12-FUN-061-L

**EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES QUÍMICAS Y FUNCIONALES,
ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE Y CUANTIFICACIÓN DE FLAVONOIDES DE LA
PULPA DE YACA LIOFILIZADA (*Artocarpus heterophyllus*)**

¹Moreno Zaragoza Josué*, ¹Moctezuma García Gonzalo, ¹Gama Gálvez Ángeles, ¹Sánchez Hernández Laura, ¹Gabriel Salmerón Beatriz, ¹Alanís López Perla Concepción

¹Instituto Tecnológico de Acapulco, Acapulco, Guerrero, México, Avd. Instituto Tecnológico s/n Crucero del Cayaco C.P. 39905

josueibq19@gmail.com, GonzaloINGIBQ1@hotmail.com, angelesgama@hotmail.com

FUNCIONALIDAD Y NUTRICIÓN, INVESTIGACIÓN LICENCIATURA.

Resumen.

En el país al año se producen aproximadamente 30,000 TM de yaca en el estado de Nayarit, en este caso el poco aprovechamiento de las propiedades de este fruto en el país, a causa de su bajo consumo por la falta de información y conocimiento de sus propiedades, en conjunto con la gran necesidad de incrementar la ingesta de los alimentos funcionales que aportan al cuerpo, tanto nutrientes como mejorar la salud, nos abre un sector de investigación donde se requiere caracterizar alimentos que puedan ser funcionales, es por esto que el objetivo del trabajo fue evaluar las propiedades químicas, funcionales y actividad antioxidante de la pulpa de yaca liofilizada. Se encontró un incremento del doble (629 mg/g b.s.) en azúcares totales con respecto a estudios realizados, así como un aumento del 11% en lípidos, se cuantificaron los compuestos químicos (ácidos urónicos=103.2098 mg E.A.Galacturónico/g b.s., taninos condensados=4.4154 mg E.Cat./g b.s. y fenoles totales=58.6910 µg E.A.G/ g b.s.) por espectroscopia UV-VIS, se evaluó la capacidad antioxidante por los ensayos de ABTS•+ y DPPH• donde en ABTS•+ se analizaron los factores tiempo-temperatura vs solvente; siendo la mejor extracción la corrida 2 con 67% de Inhibición con un P=0.0119 y en DPPH• 59.74% de Inhibición, se cuantificó el contenido de flavonoides por el método colorimétrico de



Cloruro de Aluminio obteniéndose 0.100 mg E. Quercetina / g b.s. Por lo tanto, se puede afirmar que la pulpa yaca liofilizada contiene propiedades químicas y presenta actividad antioxidante para ser un alimento nutricional y funcional.

Palabras clave: Antioxidantes, flavonoides, liofilización, DPPH• y ABTS•+.

Introducción.

La yaca (*Artocarpus heterophyllus*) es un fruto exótico proveniente de Asia que pueden medir entre 25 y 100 centímetros de largo y pesar hasta los 40 kg es por ello que es considerada la fruta más grande del mundo, también se le conoce como la fruta de los siete sabores (durazno, melón, mango, piña, plátano, kiwi y naranja). Es preciso hacer una distinción, entre las frutas liofilizadas a las frutas deshidratadas. Este proceso se desarrolla para superar las pérdidas de compuestos de los productos, dado que son eliminados por procesos de secado convencional al ser termolábiles. (Segado y Segado, 2016). La capacidad antioxidante de un alimento se debe a la actividad antioxidante de sus diferentes compuestos, entre los cuales están los compuestos fenólicos, carotenos, antocianinas, ácido ascórbico, taninos y flavonoides. (Ritva Repo de Carrasco, 2018). Los antioxidantes actúan potenciando el sistema inmunológico. (Vilaplana, 2007). En este sentido un antioxidante dietético es una sustancia que forma parte de los alimentos de consumo cotidiano y que puede prevenir los efectos adversos de especies reactivas sobre las funciones fisiológicas normales de los humanos (Patthamakanokporn, 2008), el uso del método de secado por liofilización en la pulpa de yaca fue una alternativa a los estudios realizados por secado convencional, considerando que se encontró un alto contenido en lípidos y azúcares, así como también un alto porcentaje de la capacidad antioxidante esto se puede atribuir a los compuestos fenólicos caracterizados, dado que la presencia de este tipo de compuestos en alimentos dan beneficios a la salud, previniendo en enfermedades cardiovasculares y degenerativas hacia el ser humano.



Objetivo general.

Evaluar las propiedades químicas y funcionales, actividad antioxidante y cuantificación los flavonoides de la pulpa de yaca liofilizada (*Artocarpus heterophyllus*).

Objetivos específicos.

- Liofilizar la pulpa de la yaca y calcular el rendimiento.
- Determinar acidez titulable, °Brix, tamaño de partícula, densidad, pH, humedad, ceniza, lípidos, proteínas, azúcares totales y reductores.
- Cuantificar ácidos urónicos, fenoles totales, taninos y flavonoides.
- Evaluar la actividad antioxidante por los ensayos de DPPH• y ABTS•+.

Metodología.

Obtención de la materia prima: El muestreo del fruto de yaca se realizó en el pueblo Petatlán, Guerrero. En un estado de madurez fisiológica.

Liofilización y molienda: La pulpa fue previamente molida y congelada durante 12 horas en charolas de acero, se sometió a liofilización en una liofilizadora Thermo Super Modulyo freeze drye-20 liter, con una presión de operación de 202.65KPa y una temperatura de -50°C, el proceso se prolongó durante 12 horas. La muestra fue molida y tamizada hasta obtener un tamaño de partícula de 0.09 mm.

Análisis fisicoquímicos y proximales: Para las determinaciones de tamaño de partícula, pH, acidez titulable, densidad, °Brix, humedad, cenizas, lípidos y proteínas se utilizaron los métodos oficiales de análisis AOAC Internacional 17a ed-Washington, USA, 1980.

Análisis de azúcares: Determinación de azúcares totales por la metodología descrita por (Dubois, 1956). Determinación del contenido de azúcares reductores por el método deSomogyi-Nelson



Análisis químico: La cuantificación de fenoles totales se llevó a cabo por el método de Folin-Ciocalteu, con base al método reportado por (Ding, 2006). Para la determinación de ácidos urónicos se usó la metodología descrita por (Blumenkrantz N, 1973). El análisis de taninos fue realizado por el método de Vainillina/HCl como lo describe (Ricco, et al., 2015).

Análisis de la actividad antioxidante.

Ensayo DPPH• (2,2-difenil-1-picrilhidracilo): La determinación de la actividad antioxidante se llevó a cabo por el método DPPH• (2,2-difenil-1-picrilhidracilo) descrita por (Brand, 1995).

Ensayo ABTS•+ (2,2'-azinobis (3-etilbenzotiazolina-6- ácido sulfónico): Para la evaluación de la capacidad antioxidante por el método ABTS•+ se siguió la metodología propuesta por (Romay, 1996) con ciertas modificaciones. Para los extractos se pesó 1 gramo pulpa de yaca liofilizada y se llevó a diferentes condiciones de extracción.

Tabla 1 Condiciones evaluadas en el proceso de extracción de ABTS•+.

Factores	Condiciones		
	60°C	70°C	80°C
Temperaturas	60°C	70°C	80°C
Tiempo	5 min	12.5 min	20 min
Agua	0.9695 g b.s.	0.9750 g b.s.	0.9802 g b.s.
MeOH 99.99 %	1.0018 g b.s.	0.9781 g b.s.	0.9744 g b.s.

Cuantificación del contenido total de flavonoides: Para la determinación de flavonoides se llevó a cabo por la metodología descrita por (Chia-chi, 2002).

Resultados.

De 690 gramos de pulpa de yaca fresca se obtuvieron 105 gramos de pulpa liofilizada, lo que corresponde a un rendimiento del 15.21%. Los análisis fisicoquímicos no se vieron afectados debido a la liofilización. Para azúcares totales se obtuvo un contenido de 629.336 mg /g muestra en base seca (62.9336%) como se aprecia en la tabla 2, un aumento del doble al reportado (JagadeeshSL, 2007) donde obtienen un 31.33%.

Tabla 2. Resultados de análisis Físicoquímicos, proximales y carbohidratos.

Análisis físicoquímicos, proximales y carbohidratos	
Parámetros	Cantidad
Densidad	0.4909 g/cm ³
pH	5.48
% Acidez	3.2863 ± 0.2812
°Bríx	1
% Humedad	3.1127 ± 0.117
% Cenizas	3.3900 ± 0.05
% Lípidos	11.5016 ± 0.811
% Proteínas	0.2153 ± 0.005
Azúcares Totales	629.3360 mg/g muestra b.s.
Azúcares Reductores	30.9500 mg/g muestra b.s.

Tabla 3. Resultados de análisis Químico

Análisis químico	
Parámetros	Cantidad
Fenoles totales	58.6910 ± 0.857 µg E.A.Gálico/ g b.s.
Ácidos Urónicos	103.2098 ± 3.7765 mg E.A.Galacturónico/ g b.s.
Taninos Condensados	4.4154 ± 0.0070 mg E.Cat./ g b.s.
Flavonoides	0.1009 ± 0.00007 mg E. Quercetina/g de muestra b.s.

En la tabla 3 el contenido de ácidos urónicos fue de 103.2098 ± 3.7765 mg E. ácido galacturónico (10.3209%), este resultado está dentro del promedio presentado por Tan, 2017, donde reportó 15.65% de ácidos urónicos en la fruta fresca. Se obtuvo una cantidad de taninos de 4.4154 ± 0.0070 mg E.Cat en b.s. cabe destacar que no hay estudios de taninos condensados a la pulpa del *Artocarpus heterophyllus*. El resultado de flavonoides es similar al reportado por Redemtor Awuor Ojwang* (2018), donde el contenido de flavonoides de 0.18-0.29 mg E. Q. / g de muestra b.s.

Tabla 4. Resultados de actividad antioxidante

Análisis de Actividad Antioxidante	
Método de DPPH	0.8549 ± 0.0074 mg Eq. Trolox/ g de muestra b.s.
Inhibición	59.7484 %
Método de ABTS	4.1104mg ± 0.0049 mg Eq. Trolox/g de muestra b.s.
Inhibición	67.0123%

Tabla 5. Resultados del ensayo de

METANOL 99.99%				
No.	°C	TIEMPO(min)	%INHIBICIÓN	mg Eq. Trolox/g de muestra b.s.
1 ^a	60	5	53.1851	3.2515 ± 0.0056
2 ^a	70	12:30	67.0123	4.1104 ± 0.0049
3 ^a	80	20	65.9259	4.0060 ± 0.0100
AGUA DESTILADA				
4 ^a	60	5	58.5185	3.6160 ± 0.0051
5 ^a	70	12:30	55.5555	3.2878 ± 0.0027
6 ^a	80	20	44.9382	2.6371 ± 0.0069

La actividad antioxidante por el ensayo DPPH• fue significativamente mayor a la reportado por Redemtor (2018), existiendo un aumento del 44.2584%. Las corridas 2 y 4 presentaron



resultados más destacados con respecto a actividad antioxidante por el método de ABTS•+, donde la corrida 2 presentó 67.0123% de inhibición y la corrida 4 una inhibición del 58.5185%. Se observó que los efectos de los factores en la corrida 2 demostró un valor de p de 0.0119 respecto a la interacción temperatura-tiempo vs. Solvente a partir del ANOVA.

Conclusión.

A partir de los análisis realizados se ha demostrado que la pulpa de yaca al ser sometida a liofilización conserva las propiedades fisicoquímicas y aumenta la concentración de los compuestos químicos y antioxidantes, con esto queda claro que la pulpa del *Artocarpus heterophyllus* es un alimento de carácter nutricional y funcional con presencia de antioxidantes naturales que pueden ser aprovechados en la industria cosmética, farmacéutica y alimentaria.

Recomendaciones.

Llevar a cabo los parámetros descritos en esta investigación, pero ahora con la semilla y la cáscara de la yaca con el fin de darle un aprovechamiento integral

Hacer un estudio de (HPLC) para identificar los azúcares y flavonoides presentes en la yaca liofilizada

Referencias.

- Blumenkrantz N, A.-H. G. (1973). New method for quantitative determination of uronic acids. pubmed, 484-489.
- Chia-chi chang¹, M.-h. y.-m.-c. (2002). Estimation of Total Flavonoid Content in Propolis by Two Complementary Colorimetric Methods. Journal of Food and Drug Analysis, 178-182.



- Ding, Z. T. (2006). Physiological response of loquat fruit to different storage conditions and its storability. *Postharvest biology and technology*, 143-150.
- Dubois, M. G. (1956). Colorimetric Method for Determination of Sugars and Related Substances. *Analytical Chemistry*, 350-356.
- JagadeeshSL, R. B. (2007). inter tree variability for fruit quality in jackfruit selections of western ghats of india. 382-387.
- Patthamakanokporn, O. P. (2008). Changes of antioxidant activity and total. *Journals Food Composition Analysis*, 241-8.
- Redemtor Awuor Ojwang*, E. K. (2018). Compositional, Elemental, Phytochemical and Antioxidant Characterization of Jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*) Pulps and Seeds from Selected Regions in Kenya and Uganda.
- Ricco, R. A., Agudelo, I. J., & Wagner*, M. L. (2015). Métodos empleados en el análisis de los polifenoles en un laboratorio de baja complejidad. *Lilloa*, 161-174.
- Ritva Repo de Carrasco, C. R. (2018). Determinación de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos de frutas nativas peruanas. Perú. *Rev. Soc. Quím. Perú* v.74 n.2 Lima abr.
- Romay C1, P. C. (1996). The reaction between ABTS radical cation and antioxidants and its use to evaluate the antioxidant status of serum samples. *Braz J Med Biol Res.*, 175-183.
- Segado Hernández, M. d., & Segado Hernández, C. M. (2016). Análisis de factibilidad para la producción de frutas liofilizadas. San Francisco de Quito: Universidad del Pacifico.
- Tan, K. Z. (2017). Propiedades fisicoquímicas y actividades antioxidantes in vitro del polisacárido de *Artocarpus heterophyllus* Lam. pulpa. 354-361.
- Vilaplana, M. (2007). Antioxidantes presentes en los alimentos, vitaminas, minerales y suplementos. *OFFARM*, 79-86.



W. Brand-Williams, M. E. (1995). Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant. LWT-Food Science and Technology, 25-30.

TI12-FUN-066-L

**COMPARACION FUNCIONAL DE DOS VARIEDADES DE FRUTOS ROJOS
(*Vaccinium myrtillus* y *Prunus serotina*) DE LA REGION NORORIENTAL DEL
ESTADO DE PUEBLA.**

¹Chuzeville-Munguía, Carolee*; ¹Gómez-Benavidez, Ricardo I; ¹Hernández-Mota, Dariana; ¹Cantellano-Jarillo, Marimar; ²Viñas-Meza, Luisa A.; ¹Salvador-Flores, Brenda; ¹Méndez-Prince, Heladio G.

¹Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán. ²Ingeniería en Industrias Alimentarias y Ingeniería en Gestión Empresarial. Fracción I y II S/N, Aire Libre Teziutlán Puebla, C.P

carolee.chuzeville@live.itsteziutlan.edu.mx

FUNCIONALIDAD Y NUTRICIÓN, INVESTIGACIÓN LICENCIATURA

Resumen.

El capulín (*Prunus serotina*) es un fruto de amplia distribución en México, sin embargo, sus aplicaciones como alimento son limitadas en el sector industrial; por otro lado, existen frutos altamente conocidos como el arándano o blueberry (*Vaccinium myrtillus*). El capulín que se utilizó en el presente trabajo pertenece a la región de Teziutlán Puebla. Al igual que en otras frutillas se necesita buscar fuentes naturales de antioxidantes que puedan ser aplicados en la industria de manera viable, saludable y económica. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el contenido de compuestos bioactivos que estas frutillas ofrecen en situación endémica y así compararlos y valorizar el fruto regional por encima del fruto del arándano (*Vaccinium myrtillus*) como referencia de los compuestos y capacidad antioxidante que contiene. Se realizó una extracción por agitación y sonicación durante 2h a partir de un extracto metanólico de ambos frutos. La determinación de los polifenoles y flavonoides se realizó por medio de espectrofotometría UV-VIS. La determinación de captación de radicales libres se basó en la inhibición mediante el radical DPPH a partir de una curva de calibración con Trolox. Los resultados mostraron 437.16 ± 49.80 y 736.85 ± 42.58 mg EAG para capulín y

arándano respectivamente, mientras que para flavonoides 214.14 ± 20.06 y 446.09 ± 25.03 mg EC para capulín y arándano. De acuerdo a la curva obtenida de Trolox, el valor de captación de capulín y arándano con respecto al radical DPPH fue de 18.739 ± 0.175 y 29.330 ± 1.580 mM Trolox.

Palabras clave: Capulín, endémica, antioxidante, radicales libres.

Introducción.

La búsqueda de nuevas alternativas de antioxidantes naturales ha llevado a identificar la presencia de estos en formas conocidas como algunos alimentos o frutos del consumo diario, de los cuales se han aislado estructuras novedosas con mecanismos de acción particulares. Estas características han brindado a las especies vegetales un aporte económico, lo cual las coloca en una opción viable que podría incrementar su valor económico para obtener los compuestos de interés bioactivo. En México, existe una gran variedad de flora cuya producción de productos endémicos es alta, tal es el caso de una especie local en la región nororiental del estado de Puebla; los productores de acuerdo a datos de la Secretaría de Desarrollo Rural del Estado, declararon que entre los frutos que se destacan están: el jitomate, café, tuna, pitaya, Jamaica y frutillas (zarzamora, fresa, arándano y capulín) (SADER, 2017). Estos últimos, las frutillas en específico, el arándano (*Vaccinium myrtillus*) y el capulín (*Prunus serotina*) son dos especies que se utilizan de forma artesanal en la región la elaboración de jaleas, mermeladas, licores, entre otros; sin embargo, debido a la clasificación que estas tienen con respecto a otras frutillas se planteó la posibilidad de industrializarlas a partir de las características bioactivas que presentaran.

Objetivo general.

Evaluar el contenido de compuestos fenólicos y capacidad antioxidante del arándano (*Vaccinium myrtillus*) y el capulín (*Prunus serotina*) para identificar sus posibles aplicaciones en la industria alimentaria.

Objetivos específicos.

- 1) Determinar el contenido de polifenoles y flavonoides en extractos metanólicos de arándano (*Vaccinium myrtillus*) y el capulín (*Prunus serotina*).
- 2) Evaluar in vitro la capacidad antioxidante de los extractos a partir del radical DPPH+.

Metodología.

Se utilizó el fruto del capulín de la especie (*Prunus serotina*) y arándano (*Vaccinium myrtillus*) plenamente desarrollado. Fueron recolectados durante el periodo marzo-agosto 2018, en el municipio de Tlatlauquitepec en el Estado de Puebla utilizando un muestreo aleatorio simple de acuerdo a Steel y Torrie (1988). La identificación funcional de estos frutos fue realizada en el laboratorio de Química de Ingeniería en Industrias Alimentarias del Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán.

Extracción: Se realizó para ambos frutos en base húmeda (b.h), tomando 10 g de cada frutilla homogeneizando en una solución metanol-agua (100 mL) grado analítico (J.T. Baker) acidificado a pH 2.5 con HCl 0.1 N, se sometieron a agitación por 2 horas protegidos de la luz (Kim et al., 2003). Posteriormente se separaron las fases mediante una filtración en papel Whatman No. 1. El extracto se almaceno protegido de la luz y en refrigeración hasta su análisis.

Cuantificación de fenoles: Se utilizó una curva de calibración del estándar ácido gálico, siguiendo el método espectrofotométrico de Folin-Ciocalteu a partir de su detección a los 765 nm. Utilizando alícuotas de ácido gálico (Sigma Aldrich); expresando los resultados en mg equivalentes de ácido gálico/100g de muestra (mg EAG/100g). Cuantificación de flavonoides; la cuantificación de estos compuestos se realizó bajo el método colorimétrico (Shizen et al., 1999), basado en la cuantificación de catequina. Se utilizó una curva patrón a partir del estándar de catequina (Sigma Aldrich), identificando presencia a partir de los 510 nm; la concentración de flavonoides totales se estimó como mg equivalentes de catequina por cada 100 g de muestra (mgEC/100g). Determinación de capacidad antioxidante: se basó en la captación de radicales libres utilizando el reactivo DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidracilo

de Sigma-Aldrich), el cual en presencia de un compuesto antioxidante cambia de color azul violeta a amarillo (Brand-Williams et al., 1995). Los resultados se expresaron de acuerdo a la curva de calibración del reactivo Trolox (ácido 6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcroman-2-carboxílico, análogo de la vitamina E), registrando su absorbancia a 517 nm después de 30 minutos de reacción. Los resultados se expresaron en μmol equivalente de Trolox (ET/g de muestra).

Análisis estadístico: Los datos fueron analizados aplicando un análisis de varianza y comparación de medias por el método de Tukey a un nivel de significancia del 95% de confianza, mediante el paquete estadístico MINITAB versión 16.

Resultados.

El contenido de polifenoles y flavonoides se presenta en la Tabla 1, comparando entre ambas frutillas el contenido de estos compuestos. La finalidad de esta comparación fue demostrar que ambas variedades contienen una proporción diferente y que, a pesar de esto, su comercialización no resulta justificada.

Tabla 1. Contenido de compuestos bioactivos presentes en las frutillas arándano (*Vaccinium myrtillus*) y el capulín (*Prunus serotina*) de la región nororiental del estado de Puebla.

	Contenido Fenoles (mgEAG/100g)	Contenido Flavonoides (mgEC/100g)	Capacidad antioxidante - Trolox (ET/g)
Arándano (<i>Vaccinium myrtillus</i>)	736.85±42.58	446.09±25.03	29.330±1.580
Capulín (<i>Prunus serotina</i>)	437.16±49.80	214.14±20.66	18.739±0.175

Los datos son las medias \pm DE de tres experimentos independientes; Tukey, $p < 0.05$.

El contenido de compuestos bioactivos, de acuerdo a la Tabla 1, mostraron relación con los resultados mostrados por Olascoaga (2015), en capulín del municipio de Las Vigas en el Estado de Veracruz, donde presentó valores para fenoles, flavonoides y capacidad



antioxidante de 596 mg EAG/100g, 320 mgEC/100g y 29 ET/g, respectivamente. Mientras que para el arándano de acuerdo al método de extracción se reporta (Anticono, 2016) una concentración de 404 mgEAG/100g. La correlación obtenida para los compuestos bioactivos en relación con la capacidad antioxidante medida por el radical DPPH+, arrojaron un valor de al menos 13% con respecto al contenido de flavonoides y un 45% con el contenido de fenoles para el arándano; mientras que para el capulín los valores fueron de 34 y 26% respectivamente. El valor obtenido entre el arándano y el capulín, siendo el segundo un fruto de poca comercialización y conocimiento de sus propiedades, solo difiere de su competencia en el mercado (arándano) por un 26%.

Conclusión.

Los valores para las frutillas analizadas en este trabajo demostraron tener un contenido de compuestos bioactivos relacionados con la capacidad *in vitro* demostrada en el ensayo de DPPH+. Comercialmente el capulín resulta ser una buena opción para la extracción de compuestos bioactivos de interés alimentario, ya que solo difieren en un 25% con respecto al contenido mostrado por el arándano, lo cual resulta en costos mucho más accesible para su comercialización y aprovechamiento, lo cual brinda a la región nororiental del estado de Puebla un beneficio a los frutos endémicos.

Referencias.

- Steel, Robert G. D. (1996) Bioestadística: principios y procedimientos /Robert G. D. Steel, James H. Torrie; traducción Ricardo Martínez B. Revisión técnica Jesús María Castaño. 2a. ed. ISBN 968-451-495-6; 122-129.
- Kim D. O., Jeong S. W. and Lee C. Y. 2003. Antioxidant capacity of phenolic phytochemicals from various cultivars of plumps. Food Chemistry 81: 321-326.



Shizen J., Mengcheng T y Jianming W. 1999. The determination of flavonoids content in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. Food Chemistry 64: 555-559.

Brand-Williams W., Cuvelier M y Berset C. 1995. Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. Lebensm Wiss. Technology 28 (1): 25-30.

Olascoaga-Caso, M.E. (2015) Efecto biofuncional del jugo de capulín (*Prunus serotina*) sobre la proliferación celular y expresión del gen COX-2 en HeLa y NIH-3T3 tratados con 5-fluorouracilo. Universidad Veracruzana.

Anticona M., Frígola A, Esteve M. (2016). Determinación de polifenoles totales en arándanos y productos derivados. UCV - Scientia 8(1), 2016.

TI12-FUN-067-L

**EVALUACIÓN DEL CONTENIDO POLIFENÓLICO Y CAPACIDAD
ANTIOXIDANTE DE LA PLANTA DEL SAUCO (*Sambucus nigra*) DE LA
REGIÓN NORORIENTAL DEL ESTADO DE PUEBLA.**

¹Guarneros-Gasca, María del Rocío, ¹Villalobos-Espinosa, Julieta del C.; ¹Hernández-Hernández, Arisbeth., ¹Hernández-Martin, Guadalupe., ²Cabrera-Ramírez, Ariadna., ¹Ruiz-Melgarejo, Karla I., ¹Moreno-León, Germán R*.

¹Ingeniería en Industrias Alimentarias y ²Ingeniería en Gestión Empresarial. Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán. Fracción I y II S/N, Aire Libre Teziutlán Puebla, C.P 73960.

germanrafael.moreno@live.itsteziutlan.edu.mx

FUNCIONALIDAD Y NUTRICIÓN, INVESTIGACIÓN LICENCIATURA

Resumen.

Los compuestos bioactivos son elementos importantes que se encuentran principalmente en fuentes de origen vegetal; los polifenoles, específicamente son una familia que alberga diferentes tipos de compuestos, los cuales últimamente han sido atribuidos con la propiedad de ser antioxidantes naturales y que por ende benefician a la salud y a diferentes campos de la salud, los alimentos y la innovación. El sauco (*Sambucus nigra*) es una planta silvestre que crece sin control en la región nororiental del estado de Puebla; esta especie provee de diferentes aplicaciones para la medicina tradicional, sin embargo, son pocos los estudios realizados a algunas secciones de la planta que se recomiendan comúnmente, es por este motivo que se plantea como objetivo el evaluar las características funcionales del árbol de sauco (*Sambucus nigra*). La parte experimental de este trabajo consistió en una extracción por medio de sonicación constante en hojas maduras y bayas de la planta; posteriormente se realizó una extracción ácida-metanólica. La determinación de los compuestos polifenólicos y flavonoides se realizó por espectrofotometría, utilizando ácido gálico y catequina para

polifenoles y flavonoides respectivamente. La determinación de la capacidad antioxidante se permitió determinar por el radical libre DPPH⁺ y el control para antioxidantes (Trolox). El contenido de flavonoides fue de 97.46 ± 0.24 y 8.27 ± 0.68 mgEC/100 μ L de extracto de hoja y baya respectivamente, expresando sus resultados en equivalentes de catequina; por otro lado, el contenido de polifenoles fue de 202.20 ± 1.13 y 34.86 ± 0.39 mgEAG y para hoja y baya, por sus equivalentes en ácido gálico; y por último la actividad antioxidante demostró tener 8.56 ± 0.24 y 6.82 ± 0.57 μ M Trolox. Estos resultados mostraron que las hojas y las bayas pueden ser empleadas en el diseño de alimentos funcionales con beneficios posible a la salud.

Palabras clave: polifenoles, sauco, antioxidantes, Trolox, funcionales.

Introducción.

La especie *Sambucus nigra* o mexicana (sauco), es un árbol pequeño que crece en una amplia variedad de hábitats en México, principalmente cañadas húmedas en las regiones de bosque de oyamel (*Abies*) o del bosque mesófilo. Es ampliamente cultivado en huertos y se encuentra con frecuencia en las orillas de las parcelas, sobre todo en las regiones de bosque de pino-encino. La incorporación de los árboles de sauco en el sistema agricultor se basa en el potencial que puede aprovecharse en diferentes opciones de este campo, con fines de bancos de proteína, cercos vivos, árboles en potreros, sistemas silvopastoriles, etc. El uso más común del árbol del sauco en la región nororiental del estado de Puebla es como flora útil en los cafetales; se sabe que este estado es uno de los principales productores de café en México; actualmente esta planta fue propagada por el estado (delimitando específicamente a Puebla) por su facilidad de cultivo y practicidad para delimitar áreas de diversos sembradíos, por lo que las familias campesinas comenzaron a notar la importancia de esta especie vegetal, ya que su siembra traspasó al igual que otras especies como la hierbabuena, chilacayote, romero, entre otras comenzaron a tomar una trascendencia alimenticia y medicinal; sin embargo, la población desconoce la composición e importancia de esta variedad de árbol. El sauco se emplea principalmente como un tipo de medicina “natural; las hojas por ejemplo son utilizadas en forma de infusiones, compresas o de forma tópica por los beneficios antibióticos, antiinflamatorios y analgésico empíricamente difundidos, además como



insecticida. Los frutos (bayas) y las flores son una fuente de alimento para quienes tienen fácil acceso a este árbol en diferentes opciones culinarias, sin embargo, y a pesar de esta propagación, no existe una alternativa valorada de estos usos, ocasionando un completo desconocimiento en el aprovechamiento de este árbol.

Objetivo general.

Evaluar el contenido de compuestos bioactivos presentes en la hoja y la baya del saúco (*Sambucus nigra*) para su aplicación funcional.

Objetivos específicos.

- Cuantificar el contenido de polifenoles y flavonoides mediante espectrofotometría UV-VIS para identificar la cantidad de compuestos bioactivos en las hojas y bayas del saúco (*Sambucus nigra*).
- Evaluar el comportamiento antioxidante de las hojas y bayas del saúco (*Sambucus nigra*) mediante el ensayo *in vitro*.

Metodología.

La muestra del saúco (*Sambucus nigra*) de hoja y baya fueron obtenidas de manera paralela a partir de un muestreo aleatorio simple (Steel y Torrie 1988); las hojas fueron seleccionadas de la parte central del árbol, evitando hojas en estado de senescencia y/o maltratadas por animales e insectos, mientras que las bayas fueron recolectadas en un estado óptimo de madurez. Figura 1.

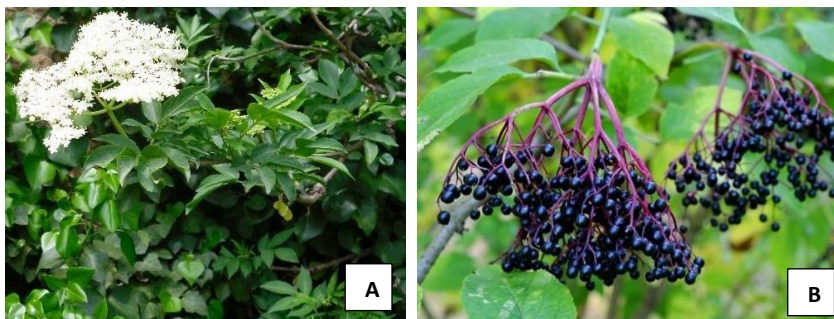


Figura 1. Árbol de sauco (*Sambucus nigra* o *mexicana*). A. Etapa de floración del árbol; flores blancas con aroma intenso; B. Baya de sauco en estado de madurez, la coloración intensa oscura diferencia el estado verdoso (inmaduro) del fruto, desarrollo de bayas en forma de racimos.

Las muestras fueron obtenidas durante el periodo abril-julio 2019 en regiones colindantes al municipio de Teziutlán Puebla. Preparación de las muestras: Se llevó a cabo una extracción metanólica acidificada asistida por ultrasonido (10g/100mL), colocando las muestras de hoja y baya en recipientes protegidos de la luz en un baño ultrasónico modelo P-79202 (COLE PARMER), operando a una frecuencia de 40kHz y una potencia de 130W durante 30 minutos. Una vez obtenidas las muestras, estas se filtraron en papel Whatman #1 y almacenadas a 4°C hasta su utilización.

Determinación de compuestos fenólicos totales (CFT): Se utilizaron los extractos metanólicos obtenidos como se describió anteriormente. La técnica se llevó a cabo de acuerdo a lo reportado por Stintzing et al. (2005); la cual se utiliza el reactivo Folin-Ciocalteu. La concentración de estos compuestos se obtuvo a partir de una curva estándar de ácido gálico y se expresó como equivalentes de ácido gálico (mgEAG/100g de muestra). *Determinación de flavonoides:* La técnica se realizó en base al método descrito por Zhishen et al. (1999) modificado por González et al. (2007).

Determinación de actividad antioxidante in vitro DPPH+: La actividad antioxidante se determinó por el método del radical DPPH+, equivalente a Trolox. Se realizó una curva de calibración preparando soluciones patrón de Trolox, leyendo la absorbancia en el espectro UV-VIS a los 517 nm; los resultados se expresaron como actividad antioxidante equivalente a Trolox por unidad de pesos de muestra húmeda ($\mu\text{Mol ET/g}$ muestra).

Análisis estadístico: Los datos fueron analizados aplicando un análisis de varianza y comparación de medias por el método de Tukey a un nivel de significancia del 95% de confianza, mediante el paquete estadístico MINITAB versión 16.

Resultados.

Tabla 1. Contenido de compuestos bioactivos y actividad antioxidante *in vitro* presentes en hojas y bayas de saúco (*Sambucus nigra* o *mexicana*).

	Contenido Fenoles (mgEAG/100g)	Contenido Flavonoides (mgEC/100g)	Actividad antioxidante - Trolox (µMolET/g)
Hojas	206.48±8.06	94.13±6.57	8.78±0.29
Bayas	33.88±1.65	9.12±1.85	7.06±1.19

Los datos son las medias ± DE de tres experimentos independientes; Tukey, p<0.05.

La tabla 1 muestra el contenido de compuestos fenólicos y capacidad antioxidante; el estudio realizado por Márquez (2007) en las bayas del saúco mostraron un valor de 176.6 mgEAG/100g. El contenido de flavonoides para las bayas fue de 74 mgEC/100g y un valor de 5.8µMol ET/g (Beltrán, 2010). Las hojas, por otro lado, mostraron de acuerdo a Ruiz-Reyes (2013) un contenido de flavonoides de 309mgEC/100g y una actividad antioxidante de 8.9 µMol ET/g. La correlación entre fenoles y flavonoides para las muestras de hoja de saúco fue de 57 y 59%; por otro lado, las bayas un índice de correlación de 23 y 14% para fruta o baya de saúco respectivamente.

Conclusión.

El contenido de compuestos bioactivos demostró que la acción antioxidante se puede atribuir a los polifenoles y flavonoides; sin embargo, existen otros compuestos de acuerdo a bibliografía que deberían de ser evaluados para tener un análisis completo, las antocianinas,



por lo que se recomienda seguir con investigaciones para dilucidar esta acción antioxidante y poder ser empleada como base en el diseño de alimentos funcionales.

Referencias.

- Steel, Robert G. D. (1996) Bioestadística: principios y procedimientos /Robert G. D. Steel, James H. Torrie; traducción Ricardo Martínez B. Revisión técnica Jesús María Castaño. 2a. ed. ISBN 968-451-495-6; 122-129.
- Stintzing F.C., Herbach K.M., Mosshammer M.R., Carle R., Yi W., Sellappan S., Akoh C.C., Bunch R. y Felker P. 2005. Color, betalain pattern, and antioxidant properties of cactus pear (*Opuntia* spp.) clones. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 53(2): 442-451.
- Zhishen, J., Mengcheng, T. & Jianming, W. (1999). The determination of flavonoids content in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. *Food Chemistry*, 64, 555-9.
- González-Aguilar, G.A., Villegas-Ochoa, M.A., Martínez-Téllez, M.A., Gardea, A.A. & Ayala-Zavala J.F. (1997). Improving antioxidant capacity of fresh-cut mangoes treated with UV-C. *Journal of Food Science*, 72, s197-s202.
- Marquez-Villacorta (2007). Total anthocyanins and phenols and antioxidant activity in fruit pulps. *Pueblo cont.* 18(2) 2007. p 209-214.
- Beltran-Chavez, MC (2010). Evaluación de la actividad antioxidante en tres estadios de madurez del saúco (*Sambucus peruviana* l.) de nor yauyos-lima. Universidad Nacional del Centro del Perú.

TI12-FUN-070-PD

PREPARACIÓN DE MICROPARTÍCULAS DE ALGINATO/PECTINA PARA LA ENCAPSULACIÓN DE ACEITES ESENCIALES

¹Miranda-Linares, V. *, ¹Zambrano-Zaragoza, M.L.

¹ Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Laboratorio de Procesos de Transformación y Tecnologías Emergentes en Alimentos, Km 2.5 Carretera Cuautitlán-Teoloyucan, San Sebastián Xhala, Edo. De México, C.P. 54714.

Correo electrónico: veronica.miranda.linares@comunidad.unam.mx

FUNCIONALIDAD Y NUTRICIÓN, INVESTIGACIÓN POSGRADO DOCTORADO

Resumen.

Las micropartículas obtenidas tuvieron tamaño de entre 106 a 221 μm siendo más pequeñas las preparadas con ZnCl_2 (5.85 - 48.20 %). Presentaron altas eficiencias de encapsulación de 68 a 84 % siendo mayor en los preparados con ZnCl_2 . La capacidad antioxidante se evaluó por 28 días por FRAP, observándose una tendencia general al incremento alrededor del día 7 debido al aceite que no se encapsuló o permaneció en la superficie de las partículas; con un decremento a partir del día 14 por la degradación del aceite libre y nuevamente un incremento debido a la liberación del aceite encapsulado (día 21 al 28). Se midió la estabilidad de los sistemas por el método de reflectancia difusa y se observó una tendencia general a la precipitación; sin embargo, las micropartículas preparadas con α -tocoferol presentaron una mayor estabilidad y menor sedimentación. Las micropartículas de alginato/pectina preparadas con diferentes agentes entrecruzantes y aceites esenciales tienen un potencial uso como conservadores de alimentos dada la naturaleza de los materiales y las propiedades de los aceites usados.

Palabras clave: antioxidantes, biopolímeros, ingredientes funcionales, calcio, zinc.



Introducción.

Las nuevas tendencias buscan desarrollar productos y procesos que permitan el uso de aditivos naturales evitando el uso de conservadores sintéticos y disolventes orgánicos (Bannikova et al., 2018; Dantas et al., 2018). Los aceites esenciales (AEs) han sido ampliamente usados y estudiados debido a su origen natural y sus propiedades antimicrobianas y antioxidantes, siendo una mezcla compleja de compuestos lábiles y volátiles (Benavides et al., 2016; Campelo et al., 2018; Hosseini et al., 2013; Oliveira et al., 2014). La microencapsulación se utiliza para generar una cubierta polimérica alrededor de los aceites y así evitar reacciones indeseables; uno de los métodos de preparación de micropartículas aplicable para AEs es la gelificación iónica que se basa en interacciones iónicas entre un polímero y un polianión o polication (Benavides et al., 2016). Los polímeros naturales como las pectinas y alginatos se han estudiado para la encapsulación y han sido empleados en aplicaciones alimentarias debido a su biocompatibilidad, biodegradabilidad, no son tóxicos y son de bajo costo, también tienen la capacidad de formar geles por enlaces iónicos con cationes polivalentes como Ca^{2+} y Zn^{2+} (Bannikova et al. 2018; Benavides et al., 2016; Ching et al., 2017; Daemi & Barikani, 2012; Einhorn-Stoll, 2018; Oliveira et al., 2014).

Objetivo general.

El objetivo de este trabajo fue preparar y caracterizar micropartículas a base de alginato de sodio/pectina cítrica cargadas con diferentes antioxidantes (aceite de lima, aceite de romero y α -tocoferol) por el método de gelificación iónica empleando diferentes cationes divalentes (Ca^{2+} y Zn^{2+}) para estudiar sus propiedades y funcionalidad como aditivos naturales para aplicaciones en la conservación de alimentos.

Metodología.

Para la producción de micropartículas se preparó una emulsión con aceite (o/w), empleando SPAN[®] 80 como estabilizante oleoso y alcohol polivinílico en la fase acuosa. Ochenta mL de una dispersión de polisacáridos (alginato de sodio [1.25 g/L] y pectina cítrica [2.5 g/L])

fueron mezclados con 40 mL de la emulsión. Finalmente 20 mL de una dispersión de PVAL [2.5 g/L] y 20 mL de una solución CaCl₂ [1 M] o ZnCl₂ [0.5 M] se inyectó con una bomba de jeringa con una velocidad de flujo de 1.5 mL/min sobre la mezcla de emulsión y polisacáridos manteniendo en agitación magnética (C-MAG HS 7, IKA, Staufen, Alemania) a 1,000 rpm.

Tamaño de partícula (TP) y eficiencia de encapsulación (EE). El TP de las micropartículas se midió con un analizador de tamaño de partícula de difracción laser Master Sizer 3000 (Malvern Instruments, Ltd, France) a 25 °C. La EE se determinó indirectamente por espectrofotometría mediante la cuantificación del aceite no encapsulado; una muestra de 2 mL se centrifugó (15,000 rpm, 15 min), el sobrenadante se eliminó y se agregó 1 mL de etanol, se centrifugó nuevamente (5 min a 3,000 rpm) y finalmente se midió la absorbancia en un espectrofotómetro GENESYS™ 10S UV-Vis (ThermoFisher Scientific, EE.UU.), previamente se prepararon curvas de calibración de aceite de lima/etanol ($\lambda = 315$ nm), aceite de romero/etanol ($\lambda = 273$ nm) y α -tocoferol ($\lambda = 285$ nm) para determinar por diferencia el aceite cargado en las micropartículas mediante la ecuación:

$$EE(\%) = \frac{mg \text{ de aceite añadido} - mg \text{ de aceite noencapsulado}}{mg \text{ de aceite añadido}} \times 100.$$

Capacidad antioxidante. Se determinó por el método de capacidad antioxidante total del plasma (FRAP por sus siglas en inglés) descrito por Thaipong, et al. (2006).

Estabilidad. Se determinó la reflectancia difusa con un equipo Turbiscan Classic (Formulation, Francia). Las muestras sin dilución se vertieron en una celda cilíndrica (altura de la muestra = 50 mm) y se escanearon cada 8 minutos por 24 h a 25 °C. Los fenómenos de inestabilidad se determinaron por el porcentaje de luz transmitida y retrodispersa en función del tiempo (Venturini et al., 2011; Wang et al., 2019).

Resultados y discusión.

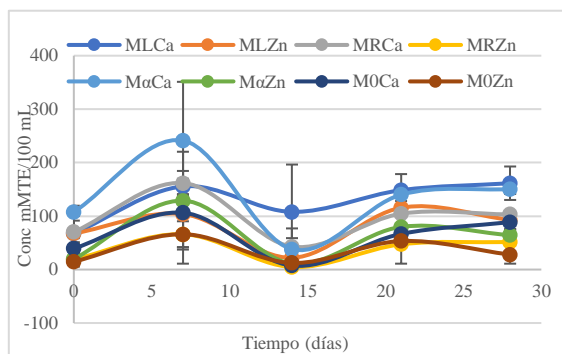
La nomenclatura de los sistemas de acuerdo con su composición es la siguiente: M se refiere al tamaño micrométrico; L, R, α y 0 representa la carga (aceite de lima, aceite de romero, α -tocoferol) o sin carga respectivamente; y Ca o Zn representa el agente entrecruzante (Ca^{2+} o Zn^{2+} , respectivamente).

Tamaño de partícula y eficiencia de encapsulación. El TP de las micropartículas mostró valores $D_x(50)$ 107 a 221 μm (Tabla 1) siendo más pequeñas las preparadas con ZnCl_2 . (Mirtič, et al., 2018) explicó este comportamiento mediante la termodinámica de complejación de los iones con el polisacárido; el Ca^{2+} puede establecer interacciones electrostáticas con los grupos carboxilo de las unidades α -L-guluronato del alginato generando arreglos desfavorables debido a su naturaleza electrófila “dura” mientras que el Zn se conoce por ser un ion “suave” que permite que los enlaces se formen lentamente con ambos componentes del alginato por lo que hay más tiempo para la formación de arreglos que resultan en una menor afinidad entre el alginato y los iones de zinc. Respecto a la EE, todos los sistemas presentaron valores entre 68 y 84 % (Tabla 1) siendo los preparados con Zn^{2+} aquellos con mayor EE pero sin diferencia significativa comparados con los preparados con el mismo aceite pero con Ca^{2+} ; algunos investigadores han sintetizado micropartículas cargadas con diferentes aceites logrando EE desde el 20 hasta el 80 % dependiendo principalmente de la concentración del aceite (Bannikova et al., 2018; Benavides et al., 2016; Hosseini et al., 2013).

Tabla 1. Tamaño de partícula de micropartículas a base de alginato/pectina preparadas por gelificación iónica.

	MLCa	MLZn	MRCa	MRZn	MαCa	MαZn
Dx(50) (μm)	129 \pm 1.2	107 \pm 3.0	113 \pm 2.8	103 \pm 0.5	178 \pm 7.5	112 \pm 0.8
EE (%)	83.28 \pm 0.29	84.12 \pm 2.09	68.00 \pm 5.48	75.41 \pm 3.74	72.56 \pm 0.18	74.88 \pm 0.12

Capacidad antioxidante. La tendencia de todos los lotes fue un incremento hasta el día 7 de almacenamiento debido al aceite que no logró encapsularse o que permaneció en la superficie



de las partículas; después de observó una reducción debido a la oxidación del aceite, incrementando de nuevo cuando el aceite encapsulado es liberado (día 21 al 28).

Estabilidad. Una formulación se considera inestable si la variación en la intensidad de luz

retrodispersada (Δ BS) en un tiempo es $> 10\%$ (Sharma, et al., 2012); los sistemas presentaron algunas inestabilidades debido principalmente a su tamaño micrométrico lo que hace a las partículas propensas a la sedimentación y aglomeración; las micropartículas cargadas con aceite de lima y α -tocoferol presentaron poca sedimentación (Δ BS máximo de 6.73 %); las micropartículas cargadas con aceite de romero presentaron un Δ BS de alrededor de 10 % y aquellas sin carga mostraron el mayor Δ BS ($>26.5\%$). El Δ BS fue mayor en los sistemas preparados con $ZnCl_2$ que puede estar relacionado con la variación en el TP (Tabla 1).

Conclusiones y/o recomendaciones.

La gelificación iónica fue empleada exitosamente para la preparación de micropartículas de alginato/pectina; el uso de diferentes agentes entrecruzantes (Ca^{2+} o Zn^{2+}) presentaron algunas diferencias en las propiedades de las micropartículas; a pesar de esto, tienen buen potencial como un novedoso conservador de alimentos dada la naturaleza de sus componentes y las propiedades antioxidantes de los aceites empleados. También, presentan buena estabilidad lo que puede ayudar en la incorporación de recubrimientos comestibles que permiten el alargamiento de la vida útil de los productos como frutos y vegetales frescos-cortados.



Agradecimientos.

La autora, Miranda-Linares, agradece al CONACyT por la beca otorgada para estudios de Doctorado (CVU 591281/308201). Los autores agradecen el financiamiento a los proyectos PAPIIT 201617 de DGAPA-UNAM y PIAPI 1801.

Referencias.

- Bannikova, A., Evteev, A., Pankin, K., Evdokimov, I., & Kasapis, S. (2018). Microencapsulation of fish oil with alginate: *In-vitro* evaluation and controlled release. *LWT - Food Science and Technology*, 90(July 2017), 310–315. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.12.045>
- Benavides, S., Cortés, P., Parada, J., & Franco, W. (2016). Development of alginate microspheres containing thyme essential oil using ionic gelation. *Food Chemistry*, 204, 77–83. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.02.104>
- Campelo, P. H., Sanches, E. A., Fernandes, R. V. de B., Botrel, D. A., & Borges, S. V. (2018). Stability of lime essential oil microparticles produced with protein-carbohydrate blends. *Food Research International*, 105(October 2017), 936–944. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.12.034>
- Ching, S. H., Bansal, N., & Bhandari, B. (2017). Alginate gel particles—A review of production techniques and physical properties. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 57(6), 1133–1152. <https://doi.org/10.1080/10408398.2014.965773>
- Daemi, H., & Barikani, M. (2012). Synthesis and characterization of calcium alginate nanoparticles, sodium homopolymannuronate salt and its calcium nanoparticles. *Scientia Iranica*, 19(6), 2023–2028. <https://doi.org/10.1016/j.scient.2012.10.005>
- Dantas, D., Pasquali, M. A., Cavalcanti-Mata, M., Duarte, M. E., & Lisboa, H. M. (2018). Influence of spray drying conditions on the properties of avocado powder drink. *Food Chemistry*, 266(March), 284–291. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.06.016>



- Einhorn-Stoll, U. (2018). Pectin-water interactions in foods e From powder to gel. *Food Hydrocolloids*, 78, 109–119. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2017.05.029>
- Hosseini, S. M., Hosseini, H., Amin, M., Mortazavian, A. M., Mohammadi, A., Khosravi-Darani, K., Khaksar, R. (2013). Incorporation of essential oil in alginate microparticles by multiple emulsion / ionic gelation process. *International Journal of Biological Macromolecules*, 62, 582–588. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2013.09.054>
- Mirtič, J., Ilaš, J., & Kristl, J. (2018). Influence of different classes of crosslinkers on alginate polyelectrolyte nanoparticle formation, thermodynamics and characteristics. *Carbohydrate Polymers*, 181(October 2017), 93–102. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2017.10.040>
- Oliveira, E. F. De, Paula, H. C. B., & Paula, R. C. M. De. (2014). Alginate / cashew gum nanoparticles for essential oil encapsulation. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 113, 146–151.
- Sharma, K., Somavarapu, S., Colombani, A., Govind, N., & Taylor, K. M. G. (2012). Crosslinked chitosan nanoparticle formulations for delivery from pressurized metered dose inhalers. *European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics*, 81(1), 74–81. <https://doi.org/10.1016/j.ejpb.2011.12.014>
- Thaipong, K., Boonprakob, U., Crosby, K., Cisneros-Zevallos, L., & Hawkins Byrne, D. (2006). Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19(6–7), 669–675. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2006.01.003>
- Venturini, C. G., Jäger, E., Oliveira, C. P., Bernardi, A., Battastini, A. M. O., Guterres, S. S., & Pohlmann, A. R. (2011). Formulation of lipid core nanocapsules. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 375(1–3), 200–208. <https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2010.12.011>
- Wang, M., Doi, T., Hu, X., & Mcclements, D. J. (2019). Influence of ionic strength on the thermostability and flavor (allylmethyl disulfide) release profiles of calcium alginate



microgels. *Food Hydrocolloids*, 93(February 2019), 24–33. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2019.02.013>

TI12-FUN-075-PD

OBTENCIÓN DE METABOLITOS DE *Bacillus subtilis* ATCC 6633 Y SU EFECTO EN UN EMBUTIDO PROTOTIPO

¹López Medina Francisco Antonio*, ²López Martínez Leticia Xochitl, ¹Gómez Oliván Leobardo Manuel, ¹Dublán García, Octavio, ¹Reyes García Alicia, ³Cira Chávez Luis Alberto

¹Facultad de Química, Universidad Autónoma del Estado de México, Avenida Paseo Colón esq. Paseo Tollocan S/N, C.P. 50180, Toluca, Estado de México, México.

*flopezm@hotmail.com. ²Catedrático CONACYT - Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A. C. Unidad Culiacán, Culiacán, Sinaloa, México. ³Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias, Instituto Tecnológico de Sonora, Edificio CIIBAA, Av. 5 de febrero #818 Sur, Col. Centro, C.P. 85000, Ciudad Obregón, Sonora, México

FUNCIONALIDAD Y NUTRICIÓN, INVESTIGACION POSGRADO DOCTORADO

Resumen.

En este trabajo se buscó obtener metabolitos de *B. subtilis* utilizando como fuente de nitrógeno manto de calamar gigante y citrato/bicarbonato como fuente adicional de carbono, así como evaluar el efecto de los metabolitos obtenidos sobre un embutido a base calamar gigante (*Dosidicus gigas*). La fermentación se llevó a cabo en medio líquido y los metabolitos se separaron por centrifugación. Por precipitación con etanol se identificaron dos fracciones de metabolitos: proteína (7.69%) y carbohidratos (92.31%). La fracción líquida de metabolitos presentó actividad antioxidante equivalente a 4.2 mg/mL de ácido ascórbico, una concentración proteínica de 5mg/mL, así como un diámetro de inhibición de *Pseudomonas aeruginosa* de 10.2mm (método Kirby-Bauer). La adición de metabolitos (2.5g/Kg) al embutido demostró incrementar la vida útil del embutido, en el aspecto sensorial y microbiológico.

Palabras clave: *Bacillus subtilis*; vida útil; metabolitos microbianos

Introducción.

Los polisacáridos extracelulares (PE) son producidos durante el crecimiento de múltiples bacterias grampositivas y gramnegativas. Éstos se encuentran unidos a la superficie celular y se liberan en disolución. Los PE microbianos ofrecen una nueva fuente potencial de biopolímeros funcionales, para su aplicación a nivel alimenticio, industrial y médico. Estos polisacáridos bacterianos pueden ser incorporados en alimentos como espesantes, estabilizantes o agentes gelificantes para mejorar la calidad y textura de los alimentos (Cagri-Mehmetoglu et al., 2012). Recientemente se han utilizado como fuente de nutrientes, para el cultivo microbiano, subproductos y residuos generados durante la cadena de producción de alimentos, por ejemplo, el suero de leche (Cagri-Mehmetoglu et al., 2012) y músculo de organismos marinos (Jemil et al., 2014), encontrándose en este caso actividad antioxidante y/o antimicrobiana en los productos y subproductos de la fermentación. Si bien, puede considerarse complicada la sustitución total de los conservadores en la formulación de alimentos, la utilización de estos metabolitos podría considerarse como una vía de complementación, reduciendo la utilización de los conservadores convencionales e incrementando la vida útil de los productos a los que se aplican.

Objetivo general.

Obtener metabolitos de *Bacillus subtilis* ATCC 6633 y evaluar su efecto en un embutido prototipo de calamar gigante.

Objetivos específicos.

- Desarrollar el medio líquido para crecimiento de *B. subtilis*, a partir de *Dosidicus gigas*.
- Obtener los metabolitos de *B. subtilis* vía fermentación sumergida.
- Caracterizar parcialmente los grupos mayoritarios de metabolitos obtenidos.

- Evaluar el efecto de los metabolitos sobre la vida útil de un embutido prototipo de calamar gigante.

Metodología.

Desarrollo del medio líquido para crecimiento de B. subtilis, a partir de Dosidicus gigas: Se utilizó manto de calamar gigante deshidratado en polvo como fuente de nitrógeno (30g/L) (Jemil et al., 2014), y una mezcla de fosfato/citrato/bicarbonato (50g/L), logrando un pH final de 7.5. El medio de cultivo se esterilizó en autoclave y se mantuvo en refrigeración hasta su uso.

Obtención de los metabolitos de B. subtilis vía fermentación sumergida: Se inició la fermentación con un inóculo al 2% (v/v) de *B. subtilis* a 4×10^4 UFC/mL, manteniéndose los frascos en agitación constante (120 rpm) a temperatura ambiente (20°C). Posterior a 8 horas de agitación, se sometieron los líquidos a centrifugación (25 minutos, 6000g), el sobrenadante obtenido se sometió a caracterización parcial.

Caracterización parcial de los grupos mayoritarios de metabolitos obtenidos: Para los metabolitos en disolución (ML), se determinó la capacidad antioxidante por el método ABTS•+, concentración proteínica por el método de Biuret y la capacidad inhibitoria de *Pseudomonas aeruginosa* por el método Kirby-Bauer (Ortez, 2005).

Para los metabolitos en polvo, a la disolución ML se le adicionó etanol (96°) a -10°C; posteriormente se sometió a centrifugación (6000g) y se observaron 3 fases: la superior que contuvo agua, etanol y sales, la intermedia en donde se localizan los carbohidratos producidos (MC) y el precipitado en el que se encuentra la fracción proteínica (MP).

Evaluación del efecto de los metabolitos sobre la vida útil de un embutido prototipo de calamar gigante: El embutido prototipo se desarrolló con un 70% de manto de calamar gigante, especias, fosfatos, sal y se utilizó chile chipotle como saborizante y colorante. Respecto a los metabolitos, se adicionaron 1.5g/Kg de MP y 1g/Kg de MC a la formulación base. Se embutió en tripa de celulosa (2.5cm de diámetro) y se sometió a cocción con vapor hasta alcanzar una temperatura interna de 70°C durante 15 minutos; posteriormente se llevó

a cabo un choque térmico con agua/hielo a 4°C. Durante el almacenamiento se evaluó la integridad del embutido (visual y táctil), la capacidad de retención de agua del embutido (CRA) sometiendo 5g de embutido (corte transversal) a centrifugación (25 minutos, 6000g) sobre papel filtro, determinando la cantidad de líquido expulsado. Se almacenaron ambos embutidos a 4°C.

Resultados.

Los metabolitos se obtuvieron como se muestra en la figura 1.



Figura 1.- Proceso de fermentación para la obtención de metabolitos de *B. subtilis*

Después de 8 horas de agitación, se centrifugó y se separó el sobrenadante (Figura 2). Al adicionar etanol a -10°C (1:1) y separar la fase superior, se logra observar la fase MC (Figura 3). Al separar y secar las fases MP y MC, su apariencia física se muestra en las figuras 4 y 5.

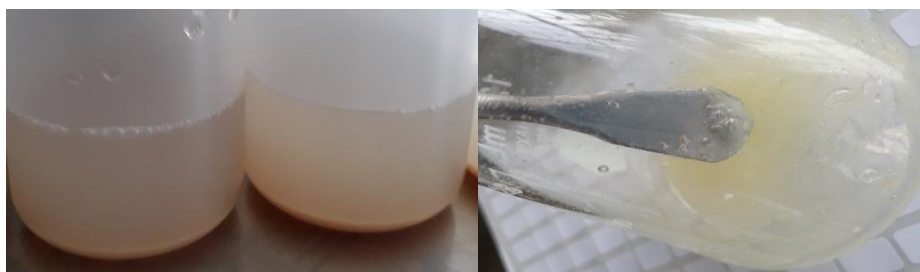


Figura 2.- Separación de medio de fermentación por centrifugación

Figura 3.- Apariencia de la fracción MC al adicionar etanol a -10°C



Figura 4.- Fracción de metabolitos proteínicos (MP) obtenida de la separación y secado

Figura 5.- Fracción de metabolitos conformada por carbohidratos (MC) obtenida de la separación y secado

Al llevar a cabo la caracterización parcial de los metabolitos en disolución, se obtuvieron los siguientes resultados:

Actividad antioxidante:	4.2mg/mL equivalentes de ácido ascórbico
Concentración proteínica:	5mg/mL
Halo de inhibición <i>Pseudomona aeruginosa</i>	10.2mm

Se logró obtener un embutido de apariencia uniforme (Figura 6); la aplicación de los metabolitos fue en forma de polvos, directamente en la mezcla para el embutido.



Figura 6.- Embutido prototipo a base de calamar gigante.

Después de la primera semana de almacenamiento, se detectó un cambio en la coloración del embutido, diferenciándose entre el embutido control y el adicionado con los metabolitos (Figura 7), observándose oscurecimiento en el embutido control, debido a la oxidación de los

componentes responsables del color, mientras que el embutido adicionado con los metabolitos mantiene una tonalidad más clara, utilizando un colorímetro Konica Minolta CR-400, se detectó un cambio en el parámetro de luminosidad (L^*) con un valor de 68.43 para el control versus 73.36 para el adicionado con metabolitos.



Figura 7.- Corte transversal de los embutidos, a la izquierda se encuentra el control, a la derecha el embutido adicionado con metabolitos.

Se determinó la capacidad de retención de agua (CRA) de los embutidos durante su almacenamiento en refrigeración (Figura 8), encontrándose una expulsión de líquido menor en el control respecto al embutido adicionado con metabolitos, esto puede deberse a los cambios estructurales que se desarrollan durante el almacenamiento, ya que se presenta un ablandamiento del embutido (Figura 9), derivado de la actividad enzimática propia de la materia prima (*Dosidicus gigas*). Esto se debe a que, al romperse la red que conforma el embutido, existe una mayor interacción de las proteínas con el agua y sales, ocasionando una mayor retención de líquido posterior al proceso de centrifugación y, por tanto, una menor expulsión de líquido. El embutido control pierde su estructura después de 10 días de almacenamiento, mientras que el adicionado con metabolitos la mantiene hasta el día 20.

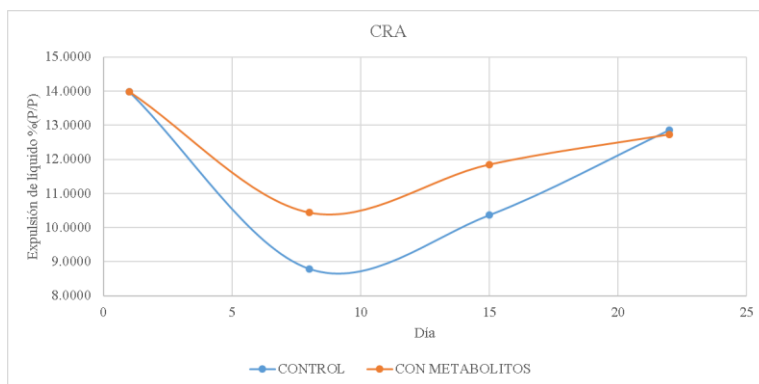


Figura 8.- Capacidad de retención de agua de los embutidos durante el almacenamiento en refrigeración (Expulsión de líquido expresado en % p/p)

Figura 9.- Pérdida de la estructura del embutido durante el almacenamiento

Se llevó a cabo un seguimiento microbiológico posterior a la pérdida de la estructura, encontrándose que el crecimiento microbiano en el embutido adicionado con metabolitos a los 26 días (1.7×10^4) es equivalente al crecimiento microbiano del control en el día 17 de almacenamiento, por lo que existe una disminución en la velocidad de crecimiento de la microbiota en el embutido.

Conclusiones.

De acuerdo con los resultados obtenidos durante el almacenamiento del embutido, se consideró que el principal proceso degenerativo del producto está relacionado con la actividad enzimática propia de la materia prima (calamar gigante), comprometiendo la integridad del producto; la segunda etapa se encuentra relacionada al crecimiento microbiano, en ambas etapas se encontró un incremento de vida útil en el embutido adicionado con los metabolitos en comparación con el testigo. Se concluyó que la adición de metabolitos obtenidos de *B. subtilis* incrementaron la vida útil del producto y que puede considerarse la utilización de estos componentes como un coadyuvante en la reducción de conservadores convencionales en el desarrollo de alimentos.



Referencias.

- Cagri-Mehmetoglu, A., Kusakli, S. & M. van de Venter†. (2012) Production of polysaccharide and surfactin by *Bacillus subtilis* ATCC 6633 using rehydrated whey powder as the fermentation medium. *Journal of Dairy Science* Vol. 95, No. 7, 3643-3649.
- Jemil, I., Jridi, M., Nasri, R., Ktari, N., Ben Slama-Ben Salem, R., Mehiri, M., Hajji, M. & Nasri, M. (2014) Functional, antioxidant and antibacterial properties of protein hydrolysates prepared from fish meat fermented by *Bacillus subtilis* A26. *Process Biochemistry*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.procbio.2014.03.004>.
- Ortez, J. H. (2005). Prueba de difusión por disco. En *Manual de pruebas de susceptibilidad antimicrobiana*, Coyle, M. B. (Ed.). American Society of Microbiology

TI12-FUN-076-PD

**ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DE HIDROLIZADOS DE CARPA COMÚN
(*Cyprinus carpius*) OBTENIDOS CON PREPARADOS ENZIMÁTICOS.**

¹López-García Guadalupe *, ¹González Oliván Leobardo Manuel, ²Arizmendi Cotero Daniel, ³Cira-Chávez Luis Alberto, ¹Reyes García Alicia, ¹Dublán-García Octavio.

¹Facultad de Química, Departamento de Alimentos, Universidad Autónoma del Estado de México, Paseo Colón s/n, Toluca, Estado de México, 50120, México. ²Procesos alimentarios, Universidad Tecnológica del Valle de Toluca, Carretera del D.F. km 7.5, Santa María Atarasquillo, Lerma de Villada, 52044, Estado de México, México.

³Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias, Instituto Tecnológico de Sonora, 5 de Febrero 818 Sur, Col. Centro, Ciudad Obregón, Sonora, México.

*logg_sf@hotmail.com

FUNCIONALIDAD Y NUTRICIÓN, INVESTIGACIÓN POSGRADO DOCTORADO

Resumen.

Los residuos generados por la industria pesquera pueden ser utilizados de manera eficiente para múltiples propósitos, como mejorar las propiedades funcionales de los alimentos, como potentes antioxidantes o para proteger la salud de las personas y proporcionar los nutrientes esenciales. La tecnología de la hidrólisis permite el procesamiento integral del pescado con el fin de lograr estos propósitos. El proceso de hidrólisis enzimática tiene condiciones suaves de reacción y da una calidad superior al producto y su funcionalidad, sin embargo, las enzimas tienen altos costos, por lo que el objetivo de este proyecto fue evaluar la actividad antioxidante de hidrolizado de subproductos de carpa común obtenidos por la acción enzimática de preparados de subproductos agroalimentarios de menor costo. En este proyecto se elaboraron preparados enzimáticos a partir de cáscara de piña y de semillas de papaya, se evaluó su actividad proteolítica y se emplearon para la hidrólisis de subproductos de carpa común, a los que se evaluó la actividad antioxidante *in vitro* por el porcentaje de inhibición de ABTS•+ y DPPH•. El mayor porcentaje de inhibición para ABTS. •+ fue para los



hidrolizados obtenidos con los preparados enzimáticos de cáscara de piña con 58.3 % y para DPPH • fue el de los preparados de semillas de papaya con 2.84%. La actividad antioxidante de los hidrolizados de subproductos de carpa producidos con los dos preparados enzimáticos, comparada con la actividad antioxidante de hidrolizados obtenidos con pepsina mostraron una actividad antioxidante similar por lo que pueden considerarse para generar estrategias eficientes y rentables para la producción de péptidos antioxidantes.

Palabras clave: *Cyprinus carpio*, péptidos, actividad antioxidante.

Introducción.

La demanda del uso sostenible de los subproductos generados por la agroindustria pesquera (21,700 millones de toneladas) (FAO, 2016), ha llevado al desarrollo de procesos para la recuperación y la hidrólisis de las proteínas, la evaluación de sus funcionalidades, los efectos en la salud y la aplicación en diferentes productos (Chalamaiah et al., 2012). En los últimos años se han estudiado péptidos naturales con actividad biológica provenientes de varias fuentes proteínicas como músculo de salmón, piel de tiburón, alga wakame, cabezas y vísceras de sardina (*Sardinella aurita*) (Bougatef et al., 2009; Gu et al., 2011; Lee et al., 2011). Una especie poco reportada con un buen contenido de proteína (18%) y alto impacto socioeconómico, es la carpa común (*Cyprinus carpio*), que se ha constituido como un recurso de consumo popular y es el segundo pescado más producido en el país (FAO, 2016; SAGARPA, 2013).

La hidrólisis proteolítica aplicada tanto al músculo como a los subproductos del pescado ha sido sugerida para transformar estos materiales y generar productos de valor añadido, con propiedades funcionales o biológicas, puede ser efectuada químicamente (mediante ácido o álcali) o biológicamente (utilizando enzimas) (Pasupuleti et al., 2010). Sin embargo, el primer tratamiento afecta la calidad nutricional de los péptidos resultantes, siendo la vía enzimática la más ventajosa debido a que en el proceso hay mayor control y selectividad; además, éste es menos drástico y genera un producto de mayor valor nutricional (Cecopesca, 2012). Las enzimas de tipo proteolítico como papaína, bromelina, ficina y cucumisina, han sido utilizadas para el ablandamiento de carne y modificaciones de la textura, así como para



la solubilización de las proteínas (Sullivan et al., 2010) por lo que pueden ser utilizadas como catalizadoras del proceso de hidrólisis, generando además la ruptura de los enlaces peptídicos, otros beneficios a la salud, a la alimentación o a la tecnología de alimentos. Por lo tanto, el presente proyecto tiene los siguientes objetivos:

Objetivo general.

Evaluar la actividad antioxidante de hidrolizado de subproductos de carpa común obtenidos por la acción enzimática de preparados de cáscara de piña (bromelina) y de semillas de papaya (papaína).

Objetivos específicos.

Obtener preparados de subproductos agroalimentarios (cáscara de piña y semillas de papaya) con actividad enzimática.

Obtener hidrolizados de subproductos de carpa con preparados de subproductos agroalimentarios.

Determinar la actividad antioxidante de los hidrolizados de carpa común mediante el porcentaje de inhibición de DPPH. y ABTS.+.

Metodología.

Preparados enzimáticos: En el proceso de hidrólisis proteínica de carpa común, se utilizó la proteasa presente en preparados de cáscara de piña (bromelina) y en preparados de semillas de papaya (papaína).

Preparados de cáscara de piña: Los preparados de piña se obtuvieron con la metodología de Gallardo et al. (2008). Una mezcla de jugo de cáscara de piña con etanol en una proporción 1:1.5 (v/v) se colocaron a -10°C durante 7 días; posteriormente se centrifugó, se eliminó el sobrenadante y se obtuvo un precipitado amarillo oscuro que se dejó secar a temperatura ambiente y se conservó en un envase seco hasta su uso.



Preparados de papaya: Los preparados de semillas de papaya se obtuvieron con modificaciones a la metodología de Mejía et al. (2010). Las semillas de la papaya previamente lavadas, se secaron a 60°C durante 4 horas, se molieron y se conservaron en envase seco hasta su uso.

Actividad proteolítica de preparados enzimáticos: La determinación de la actividad proteolítica se llevó a cabo por medio de los métodos de Kunitz (1947), citado por Dublan-García (2006) utilizando como sustrato la caseína al 1%.

Sustrato: Se utilizó un lote de 10 kg de cabezas y colas de carpa adquiridos en el mercado de San Luis Mixtepec, Estado de México. El pescado se lavó con abundante agua potable, se calentó en agua purificada a ebullición por 10 min. Se eliminó el exceso de agua y se secó a 45° durante 12 h. Se molió y tamizó en una malla número 80 y se conservó en un envase seco hasta su uso.

Hidrólisis enzimática: Las reacciones de hidrólisis se realizaron con las siguientes condiciones:

Tabla 1. Condiciones para hidrólisis de carpa común (Yae-Young *et al.*, 2007).

<i>Enzima</i>	<i>Buffer</i>	<i>pH</i>	<i>Temperatura (°C)</i>
<i>Bromelina</i>	0.1 M Na ₂ HPO ₄ -NaH ₂ PO ₄	7.3	37
<i>Papaína</i>		6.0	37
<i>Pepsina</i>		2.0	37

Se utilizó una proporción 1:4 (m/v) de sustrato y buffer. Los preparados enzimáticos se adicionaron considerando una actividad proteolítica de 1100 U/g y se incubaron por 2.4 h. Al finalizar el periodo de incubación, se inactivaron las enzimas a 95°C por 10 min. Posteriormente la mezcla fue enfriada rápidamente y centrifugada a 10,000 x g durante 20 min a 4 °C. El sobrenadante obtenido fue precipitado con acetona, se secó a 35 °C por 8 h y se conservó en un envase seco hasta su análisis.

Actividad antioxidante: ABTS•+ 2,2'-Azino-bis (3-etilbenzotiazolino-6-ácido sulfónico)

Se utilizó el método de López et al. (2009). Se analizó una disolución de Trolox (0.02 mM) como antioxidante positivo y se tomaron lecturas de un blanco del reactivo (A0); la lectura

de la absorbancia se realizó después de 10 min de combinar el extracto con la disolución del reactivo ABTS (At) a 734nm. El porcentaje de inhibición del ABTS•+ se calculó con la ecuación 1:

$$\% \text{ inhibición} = \frac{\text{Abs inicial} - \text{Abs final}}{\text{Abs inicial}} (100) \quad \text{Ecuación 1}$$

DPPH• (2,2-difenil-1-picrilhidrazilo): La actividad anti-radical se adaptó del método de López et al., (2009). La disminución en la absorbancia del DPPH• se midió a 520 nm. Se utilizó metanol como blanco, y una mezcla de 2.8 mL de DPPH• y 100 µL de metanol como control. La actividad antioxidante se expresó como % de inhibición, calculado con la ecuación 1.

Resultados y Análisis.

Actividad proteolítica de preparados enzimáticos: Los preparados de cáscara de piña presentaron una mayor actividad proteolítica con respecto a los preparados de semillas de papaya (Tabla 2). De acuerdo con estos resultados, los preparados de cáscara de piña y semillas de papaya pueden considerarse funcionales para la obtención de péptidos.

Tabla 2. Actividad proteolítica de preparados enzimáticos.

<i>Muestra</i>	<i>Actividad específica (U/mg de proteína)</i>	<i>Péptidos hidrolizados de carpa obtenidos (mg de hidrolizado/g de muestra)</i>
<i>Preparado de piña</i>	969	62.7
<i>Preparado de semillas de papaya</i>	420	75.7
<i>Pepsina</i>	431	81.5

Actividad antioxidante: El porcentaje de inhibición de DPPH• presentó diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) entre los hidrolizados obtenidos con preparados enzimáticos de piña y los obtenidos con pepsina. Mientras, en el porcentaje de inhibición de

ABTS•+, se observa diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.05$) entre los hidrolizados obtenidos por cada preparado y los obtenidos con pepsina respecto de la muestra que únicamente contenía sustrato. Los hidrolizados de carpa que presentaron mayor porcentaje de inhibición de ABTS•+ fueron los obtenidos con preparados de cáscara de piña (Tabla 3). El porcentaje de inhibición de DPPH• para los hidrolizados de carpa obtenidos es bajo comparado con los de ABTS•+; esto podría atribuirse a la solubilidad de los hidrolizados obtenidos en los diferentes medios (acuosos para ABTS•+ y metanólicos para DPPH•).

Tabla 3. Actividad antioxidante de preparados enzimáticos.

<i>Muestra</i>	<i>% de inhibición de DPPH•</i>	<i>% de inhibición de ABTS•+</i>
<i>Pescado sin enzimas</i>	1.57 ± 0.231^{abc}	51.5 ± 0.975^a
<i>Preparado de cáscara piña</i>	1.74 ± 0.208^{ab}	58.3 ± 0.742^c
<i>Preparado de semillas de papaya</i>	2.84 ± 0.208^{abc}	54.7 ± 0.830^b
<i>Pepsina</i>	3.31 ± 0.400^{bc}	64.3 ± 1.88^d

Conclusiones.

La hidrólisis de las proteínas de subproductos de carpa común por preparados de subproductos agroalimentarios de menor costo (cáscara de piña y semillas de papaya), produjeron péptidos con actividad antioxidante similar a la pepsina, por lo que éstos pueden considerarse para generar estrategias eficientes y rentables para la producción de péptidos antioxidantes.

Referencias.

Arias A., Pérez S., López O., Mendoza R., Aguilera C. (2016) Capacidad antioxidante de péptidos obtenidos de hidrolizados de tilapia con bromelina y papaína. Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos (1) 2:782-788.



- Bougatef A., Hajji M., Baltri H., Lassoued I., Triki-Ellouz Y., Nasri M. (2009) Antioxidant and free radical-scavending activities of smooth hound (*Mustelus mustelus*) muscle protein hydrolysates obtained by gastrointestinal proteases. *Food Chemistry*, 114(4):1198-1205.
- Chalamaiah M., Dinesh-Kumar B., Hemalatha R., Jyothirmayi T. (2012) Fish protein hydrolysates: Proximate composition, amino acid composition, antioxidant activities and applications: A review. *Food Chemistry*, 135 (4):3020-3038.
- Cecopesca (Centro Técnico Nacional de Conservación de productos de la Pesca). (2012) El aprovechamiento de los subproductos de pescado para la obtención de productos funcionales y bioactivos. Madrid: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.
- Dublan-García O., Cruz-Camarrillo R., Guerrero-Legarreta I., Ponce-Alquicira E. (2006) Effect of refrigerated storage on proteolytic activity and physicochemical and microstructural properties of giant squid (*Dosidicus gigas*) mantle muscle. *Journal of Muscle Foods*, 17:291-310.
- FAO (Food and Agricultural Organization of the United Nations). (2016) The state of world fisheries and aquaculture. Opportunities and challenges. Rome. Food and Agricultural Organization.
- Gallardo L., Sánchez A., Montalvo C., Alonso A. (2008) Extracción de bromelina a partir de residuos de piña. *Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 18:1-4.
- Gu R. Z., Li C. Y., Liu W. Y., Yi W. X., Cai M. Y. (2011) Angiotensin I-converting enzyme inhibitory activity of low-molecular-weight peptides from Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) skin. *Food Research International*, 44:1536-1540.
- Lee J. K., Jeon J. K., Byun H. G. (2011) Effect of angiotensin I converting enzyme inhibitory peptide purified from skate skin hydrolysate. *Food Chemistry*, 125:495-499.



- López Martínez L. X., García-Galindo H. S. (2009) Actividad antioxidante de extractos metanólicos y acuosos de distintas variedades de maíz mexicano. *Nova Scientia*, 2-1(3):51-65.
- Mejía-Aguilar R.B., Ramos C.X. (2010). Medición de la actividad proteolítica de la enzima papaína natural extraída del látex de papayo (*Carica papaya*) e inmovilizada en gel de agar. Trabajo de Grado. Universidad del Salvador, El Salvador. Disponible: ri.ues.edu.sv [Consulta: 20 de Junio 2019].
- Pasupuleti V.K., Braun S. (2010) State of Art Manufacturing of protein Hydrolysates. *Protein Hydrolysates in Biotechnology*, 11-322.
- SAGARPA. 2013. Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera. Anuario estadístico de la producción acuícola de los Estados Unidos Mexicanos. Disponible en: <http://www.siap.sagarpa.gob.mx> (2 de junio de 2019) s/p.
- Sullivan G.A., Calkins C.R. (2010) Application of exogenous enzymes to beef muscle of high and low-connective tissue. *Meat Science*, 85(4):730-734.
- Yae-Young J., Zhong-Ji Q., Hee-Guk B., Se-Kwon K. (2007) Purification and characterization of an antioxidant peptide obtained from tuna backbone protein by enzymatic hydrolysis. *Process Biochemistry*, 42(2007):840-846.



TI12-FUN-078-PM

CARACTERIZACIÓN Y PRODUCCIÓN DE GERMINADOS DE AMARANTO

(Amaranthus hypochondriacus)

¹Yazmín Hernández-García*, ¹Darío Iker Téllez-Medina, ²María Guiomar Melgar-Lalanne

¹Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional, Av. Wilfrido Massieu 399, Col. Nueva Industrial Vallejo, Alcaldía Gustavo A. Madero, Ciudad de México.

²Instituto de Ciencias Básicas, Universidad Veracruzana. Avda. Castelazo Anaya s/n, Col. Industrial Ánimas, Xalapa, Ver. yazminhg15@gmail.com

FUNCIONALIDAD Y NUTRICIÓN, INVESTIGACIÓN POSGRADO MAESTRÍA

Resumen.

El Amaranto (*Amaranthus hypochondriacus*) posee características nutricionales de excelente calidad debido a su contenido en proteínas de elevado valor biológico y su balance en el contenido de aminoácidos esenciales. Recientemente los germinados han sido considerados como un alimento nutritivo y funcional que incrementa el valor nutracéutico de los cereales, pseudocereales y leguminosas. El objetivo del trabajo fue caracterizar bromatológicamente la semilla de *Amaranthus hypochondriacus* para definir sus mejores condiciones de germinación con fines a posteriores desarrollos biotecnológicos. Las semillas fueron limpiadas y, posteriormente, molidas hasta la obtención de una harina a la que se determinó el contenido bromatológico, así como la viabilidad y densidad a la semilla. Las semillas fueron desinfectadas previo a la germinación y colocadas sobre algodón húmedo e incubadas a $27 \pm 2^\circ\text{C}$ durante 72 h. La caracterización de la semilla indica una composición porcentual de 11.9 g/100 g de humedad, 2.6 g/100 g de cenizas, 6.1 g/100 g de proteínas, 9.7 g/100 g de grasa cruda y 4.5 g/100 g de fibra cruda. La viabilidad de las semillas resultó del 88.33 % y su densidad de 1.25 g/mL. El máximo de azúcares reductores se obtuvo a las 48 h de germinación con un valor de 0.0326 g/g de germinado. El tiempo óptimo de germinación para obtener el máximo de azúcares reductores es de 48 h. Sin embargo, es necesario considerar la viabilidad de las semillas para posteriores determinaciones.



Palabras clave: *Amaranthus hypochondriacus*, germinado.

Introducción.

El estilo de vida actual ha hecho que se incremente el interés hacia los alimentos funcionales, los cuales son alimentos que demuestran satisfactoriamente un efecto benéfico sobre una o más funciones selectivas del organismo, además de sus efectos nutritivos intrínsecos, de modo tal que su consumo resulta apropiado para mejorar el estado de salud y bienestar, reducir el riesgo de enfermedad, o ambas cosas (Sharma et al., 2013). Entre ellos, los alimentos a base de granos de cereales tienen actividad funcional debido al elevado contenido de fibra soluble en agua, oligosacáridos y almidón resistente propios de los prebióticos y que sirven como precursores para el desarrollo endógeno de la microbiota, benéfica a nivel intestinal (Sharma et al., 2013).

El amaranto (*Amaranthus* spp.) es un pseudocereal de origen mesoamericano con características nutricionales de importancia, debido a su contenido de proteínas con elevado valor biológico y su composición en microelementos como calcio, escualeno y tocoferoles (Paredes et al., 2006). Sin embargo, a pesar de sus importantes características nutricionales y bioactivas, su cultivo y consumo sigue siendo marginal y existe una escasa variedad de productos elaborados a partir del mismo.

Objetivo general.

Definir las condiciones de germinación de la semilla de *Amaranthus hypochondriacus* y determinar el punto de crecimiento con un mayor contenido de azúcares reductores.

Objetivos específicos.

- Caracterizar bromatológicamente la semilla de *Amaranthus hypochondriacus*.
- Determinar la densidad y el porcentaje de viabilidad de la semilla.
- Monitorear el contenido de azúcares reductores en el germinado de amaranto a diferentes tiempos de germinación.

Metodología.

Cuantificación bromatológica: Las semillas fueron limpiadas y, posteriormente molidas hasta la obtención de una harina a la que se determinó el contenido de humedad (NMX-F-083-1986), cenizas (NMX-F-066-1978), proteína (NMX-F-068-S-1980), grasa (NMX-F-089-S-1978) y fibra cruda (NMX-F-090-S-1978).

Viabilidad y densidad de la semilla: La viabilidad de la semilla se midió por la técnica de tetrazolio mediante la metodología propuesta por Gallo et al. (2016) con observación en microscopio y la densidad de la semilla se midió por desplazamiento de volumen.

Germinación: Para el proceso de germinación, la semilla fue primeramente sometida a un proceso de desinfección durante 10 minutos utilizando 1 L de hipoclorito de sodio al 0.1 % por cada 200 g de semilla, las cuales fueron posteriormente enjuagadas hasta llegar a un pH neutro (Perales et al., 2014). Para iniciar con el proceso de germinación, las semillas fueron colocadas en recipientes de plástico sobre una base de algodón húmedo recubierto por una capa de manta de cielo desinfectada. Las charolas fueron incubadas a $27 \pm 2^\circ\text{C}$ durante 72 h y rociadas con agua purificada cada 24 horas.

Azúcares reductores: El contenido de azúcares reductores se determinó con referencia en el método DNS (Núñez et al., 2012) y este se cuantificó en germinado de amaranto fresco cada 12 horas de crecimiento.

Resultados y análisis.

En la Tabla 1 se muestra la caracterización bromatológica de la semilla de *Amaranthus hypochondriacus* que al compararla con los resultados obtenidos por Aphalo et al. (2015) resulta ser similar para la mayoría de los componentes, con excepción de la proteína, siendo el contenido menor.

Tabla 1. Composición de la semilla.

Componente	(%)	
	Semilla tratada	Aphalo <i>et al.</i> , 2015
Humedad	11.9 ± 0.2	8.1 ± 2.9
Cenizas	2.6 ± 0.0	3.3 ± 0.6
Proteínas	6.1 ± 0.2	15 ± 2
Grasa cruda	9.7 ± 0.0	5.75 ± 2.9
Fibra cruda	4.5 ± 0.3	nd

La semilla utilizada indicó una buena viabilidad con un porcentaje del 88.33% y su densidad de 1.25 g/mL.

Por otra parte, se obtuvo una curva de azúcares reductores a lo largo del periodo de germinación de 72 horas y tal como se muestra en la Figura 1, el máximo de azúcares reductores se obtuvo a las 48 h de germinación con un valor de 0.0326 g/g de germinado.

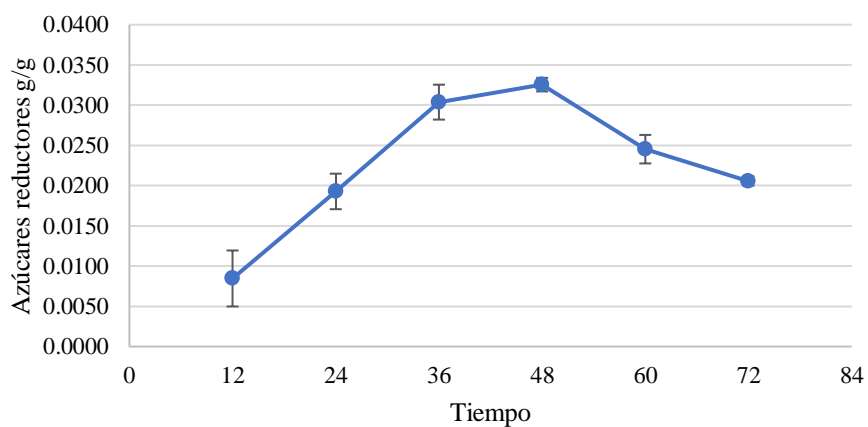


Figura 1. Cinética de germinación. Azúcares reductores

Conclusiones y/o recomendaciones.

De acuerdo con los resultados del análisis bromatológico, los componentes mayoritarios resultaron ser la grasa y la proteína, componentes que pueden ser posteriormente estudiados a profundidad. Con la cinética de germinación realizada, el tiempo óptimo de germinación para obtener el máximo de azúcares reductores es de 48 h. Sin embargo, es necesario considerar la viabilidad de las semillas para futuras determinaciones. Se sugiere también, cuantificar los componentes bioactivos del germinado con la finalidad de complementar el presente trabajo.

Referencias.

- Aphalo, P., Martínez, E. N. y Añón, M. C. (2015). Amaranth sprouts: A potential health promoting and nutritive natural food. *International Journal of Food Properties*, 18(12), 2688–2698. <https://doi.org/10.1080/10942912.2015.1004585>
- Gallo, C., França-Neto, J. B., Arango, M., Gonzalez, S., Francomano, V., Carracedo, C., Costa, O., Alves, R., Magnano L. y Craviotto, R. (2016). Prueba de Tetrazolio como Método de Vigor para semillas de *Glycine max*. Propuesta de Validación del Método para ISTA . *Inta EEA Oliveros*, 54, 10.
- Núñez, R. Á., Pérez, B. R., Motzezak, R. H. y Chirinos, M. (2012). Contenido de azúcares totales , reductores y no reductores en *Agave cocui* Trelease. *Multiciencias*, 12(2), 129–135.
- Paredes López, O. y Valverde, M. E. (2006). Los recursos nutraceuticos y medicinales que Mesoamérica le ha dado al mundo. *CINVESTAV, Julio-Sept*, 65–73.
- Perales-Sánchez, J. X. K., Reyes-Moreno, C., Gómez-Favela, M. A., Milán-Carrillo, J., Cuevas-Rodríguez, E. O., Valdez-Ortiz, A. y Gutiérrez-Dorado, R. (2014). Increasing the antioxidant activity, total phenolic and flavonoid contents by optimizing the germination conditions of amaranth seeds. *Plant Foods for Human Nutrition (Dordrecht, Netherlands)*, 69(3), 196–202. <https://doi.org/10.1007/s11130-014-0430-0>



Sharma, M., Mridula, D. y Gupta, R. K. (2013). Development of sprouted wheat based probiotic beverage. *Journal of Food Science and Technology*, 51(12), 3926–3933. <https://doi.org/10.1007/s13197-013-0959-1>

Páginas electrónicas

NMX-F-083-1986. Determinación de humedad en productos alimenticios. Foods. Moisture in food products determination. Normas Mexicanas. Dirección General de Normas. [En línea]. Disponible en: <https://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-F-083-1986.PDF> [Último acceso el 19 de Agosto del 2019]

NMX-F-066-S-1978. Determinación de cenizas en alimentos. Foodstuff. Determination of ashes. Normas Mexicanas. Dirección General de Normas. [En línea]. Disponible en: <https://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-F-066-S-1978.PDF> [Último acceso el 19 de Agosto del 2019]

NMX-F-068-S-1980. Alimentos. Determinación de proteínas. Foods. Determination of proteins. Normas Mexicanas. Dirección General de Normas. [En línea]. Disponible en: <https://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-F-068-S-1980.PDF> [Último acceso el 19 de Agosto del 2019]

NMX-F-089-S-1978. Determinación de extracto etéreo (método soxhlet) en alimentos. Foodstuff. Determination of ether extract (soxhlet). Normas Mexicanas. Dirección General de Normas [En línea]. Disponible en: <https://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-F-089-S-1978.PDF> [Último acceso el 19 de Agosto del 2019]

NMX-F-090-S-1978. Determinación de fibra cruda en alimentos. Foodstuff. Determination of crude fiber. Normas Mexicanas. Dirección General de Normas [En línea]. Disponible en: <https://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-F-090-S-1978.PDF> [Último acceso el 19 de Agosto del 2019]



INOCUIDAD Y CALIDAD

TI12-INCA-008-L

**EVALUACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y COMPOSICIÓN PROXIMAL DE UNA
PASTA DE TOMATE ADICIONADA CON CÁSCARA Y SEMILLA
DESHIDRATADA**

¹Rodríguez-Luque S.*, ¹Pollorena-López G., ¹Ponce-Fernández N.E., ¹Osuna-Izaguirre S.C.

¹Instituto Tecnológico Superior de Guasave. México. Carretera Internacional y entronque a la Brecha. Ej. El Burrioncito, Guasave, Sinaloa, sarahRI2193@hotmail.com

INOCUIDAD Y CALIDAD, INVESTIGACIÓN LICENCIATURA

Resumen.

El tomate (*Solanum lycopersicum L.*) es un cultivo hortícola muy importante en el mundo. La contribución del tomate en fresco y de sus productos derivados a la dieta es fundamental, al ser una importante fuente de compuestos bioactivos beneficiosos para la salud humana. Sinaloa es uno de los principales exportadores de tomate, sin embargo, las condiciones del mercado, limitan su comercialización quedando una elevada producción sin aprovecharse. Es por ello que el objetivo de esta investigación fue formular y evaluar la calidad de una pasta de tomate de acuerdo a la NMX-F-025-1982, adicionada con cáscara y semilla deshidratadas para su aprovechamiento integral. Se formularon y elaboraron cuatro tratamientos, pasta control (PC), pasta adicionada con 1% (P1), 1.5% (P1.5), y 3% (P3) de cáscara y semilla deshidratada. A cada una, se le realizaron análisis fisicoquímicos (pH, acidez, color, viscosidad) y de composición proximal. Se hizo un análisis de los resultados mediante un ANOVA de una vía y las diferencias entre los promedios se evaluaron mediante la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$). El pH más ácido (4.05^b) se registró en P3, mientras que los demás tratamientos variaron entre ($4.39-4.53^a$). En lo que respecta a color, se presentó diferencia ($p \leq 0.05$) en a^* y b^* . Los tratamientos con mayor saturación del color rojo (a^*), fueron PC, P1 y P3 con 22.72^a , 21.76^a y 21.48^a , respectivamente. La composición proximal de los tratamientos presentó diferencia ($p \leq 0.05$) en la mayoría de las variables evaluadas a excepción de la humedad. El contenido de grasa (PC=0.11b%; P1=0.13b%; P1.5=0.42%^a y



P3=0.47%^a) y fibra (PC=7.16%^{ab}; P1=7.03%^b; P1.5=6.99%^b y P3=8.81%^a) aumentaron con la adición de cáscara y semilla deshidratada, contrario a lo que ocurrió con el contenido proteico (PC=0.73%^a; P1=0.61%^{ab}; P1.5=0.50%^b y P3=0.53%^b), ya que este disminuyó. La adición de cáscara y semilla deshidratada en pasta de tomate modifica tanto las propiedades fisicoquímicas, principalmente el pH y color, como la composición química.

Palabras claves: Pasta de tomate, calidad, cáscara y semilla deshidratadas.

Introducción.

Estudios recientes demuestran que una dieta balanceada que incluya el consumo diario de frutas y vegetales puede contrarrestar diferentes formas de cáncer, ya que proveen diferentes compuestos bioactivos. El tomate (*Solanum lycopersicum*), es uno de los vegetales más cultivados en el mundo, encontrándose en segundo lugar en producción, después de la papa (Tuyen et al., 2016; Umar y Abdulkadir, 2016). Además, es una fuente saludable de nutrientes como fibras, proteínas, vitaminas, licopeno y otros antioxidantes (Gahler et al., 2003; Qiu et al., 2018). Se consume fresco o procesado de diferentes maneras como pasta, deshidratado, enlatado, jugo de tomate, etc. La pasta de tomate es uno de los alimentos más consumidos en muchos países, debido a su versatilidad al momento de preparar platillos, además de sus características como el sabor, aroma, contenido de ingredientes nutritivos y antioxidantes naturales (Büyükbay et al., 2009). Con el consumo cada vez mayor de pasta de tomate, ha atraído la atención de muchos investigadores para investigar la biodisponibilidad de sus componentes (Pernice et al., 2010). La pasta, es la base para la preparación de diversos productos, como el puré de tomate y salsa cátsup, por lo tanto, es de suma importancia aprovechar esta hortaliza de manera integral, incluyendo dentro de su formulación la cascara y semilla, ya que, en los procesos actuales, se separan de la pulpa al momento del proceso. Además, en estas fracciones se concentra una mayor cantidad de compuestos bioactivos que en el resto de la hortaliza (Reboul et al., 2005).

Objetivo general.

Evaluar la calidad fisicoquímica y composición proximal de una pasta de tomate adicionada con cáscara y semilla deshidratada.

Objetivos específicos.

- Establecer la formulación de la pasta de tomate para encontrar los niveles adecuados de cáscara y semilla que se adicionarán.
- Evaluar la composición proximal de las formulaciones de pasta de tomate establecidas.
- Evaluar la calidad fisicoquímica de las formulaciones de pasta de tomate establecidas.

Metodología.

Elaboración de la pasta de tomate. Se utilizaron tomates Saladette (*Solanum lycopersicum* L.), obtenidos en la región de Guasave, Sinaloa, en el ciclo 2018-2019, a través del Cluster Hortaliceros Unidos de Sinaloa A.C. Se elaboraron cuatro formulaciones: pasta control (PC), pasta adicionada con 1% (P1), 1.5% (P1.5) y 3% (P3) de cáscara y semilla deshidratada. Para el proceso de producción, el tomate se seleccionó considerando estándares de calidad, cuidando ausencia de golpes y hongo, asegurando color rojo que indique madurez. Posteriormente se eliminó materia extraña y se pesó. Para la desinfección, se sumergió el tomate en solución de NaClO al 0.01% por 5 min. Después se escaldó a 90°C por 2 min y se separó la pulpa de tomate, de la cáscara y semilla en la despulpadora (DF600 3F, JAVAR), y se pesó. Para PC, la pulpa se evaporó en el módulo polivalente de procesamiento (De Lorenzo, DL Lab 50), con una alimentación de vapor a 110°C y 2 atm, al final se midieron los °Brix. La semilla y cáscara se secó en bandejas a 70°C por 6h y se pulverizó para agregarse a P1, P1.5 y P3, antes del proceso de evaporación.

Análisis fisicoquímicos. Medición de pH. Se preparó una dilución 9:1 de agua: pasta y posteriormente se introdujo el potenciómetro previamente calibrado y se tomó la medición directa del equipo (OHAUS ST-20).

Acidez. Se determinó mediante la titulación con NaOH (NMX-F-102-1978).

Viscosidad. Se determinó en un equipo Viscosimeter digital Nahita 802.

Color. Se midieron los parámetros L*, a* y b*, en un equipo Minolta CR-400.

Composición proximal. Se evaluó con los métodos estandarizados de la AOAC, (2000).
 Humedad (Método 4.1.03) en una estufa (Yamato DNE-400) a 100 °C.

El contenido de grasa (4.1.05 método 920.39) se evaluó en un equipo de extracción Soxhlet.
 Proteína se evaluó (12.1.07 método 960.52) en un equipo Micro-Kjeldahl de digestión (Scorpion A-50305) y destilación (Scorpion A-50302).

El contenido de minerales mediante el método 942.05 en una mufla Felisa FE-363 a 550°C.
 El contenido de fibra se evaluó de acuerdo al método 985.29 utilizando un equipo extractor de fibra cruda Scorpion Scientific A-50290.

Resultados y análisis.

Caracterización de la materia prima. En la Tabla 1., se observan los resultados de la composición proximal y evaluación fisicoquímica de la materia prima y se puede observar que los sólidos totales representan el 3.86% y de ese porcentaje, la mayoría son azúcares disueltos (2.02%) y fibra (1.54%). En lo que respecta a las características fisicoquímicas, se obtuvo un pH de 4.53 y una acidez de 0.63 g/100 mL.

Tabla 1. Composición proximal y evaluación fisicoquímica de la materia prima

Composición (%)	Pulpa de Tomate	Fisicoquímica	Pulpa de Tomate
Humedad	96.14±0.02	pH	4.53±0.18
MIN	0.15±0.34	L*	30.78±4.72
Proteína	0.11±0.26	a*	9.90±2.47
Grasa	0.04±0.67	b*	12.19±2.58
Fibra	1.54±0.70	V6	110.90±0.70
CHO'S	2.02±0.54	V12	54.30±0.84
		V30	21.46±0.55
		Acidez (g/100mL)	0.63±0.30

En una investigación realizada por Torres (2012), reporta un pH de 3.5 y una acidez de 0.20 para pulpa madura de tomate de árbol.

Composición proximal. En la Tabla 2 se muestran los resultados de la composición proximal de las pastas elaboradas. Se observa que se presentó diferencia significativa ($p \leq 0.05$) para la mayoría de las variables. El contenido de humedad no presentó diferencia significativa ($p > 0.05$) y varió entre 75.75 – 79.65%. Sin embargo, se observa la tendencia que al aumentar la adición de cáscara y semilla se reduce el contenido de humedad. Todas las demás variables presentaron diferencia significativa. El contenido de minerales y proteína disminuyeron con la adición de cáscara y semilla deshidratadas. En lo que respecta a minerales varió entre 0.41 – 1.03%, mientras que proteína entre 0.53 – 0.73%. Los demás parámetros aumentaron con la adición, por lo tanto, grasa varió entre 0.11 – 0.47%, fibra entre 7.03 – 8.81% y CHO'S entre 11.32 – 14.02%.

Tabla 2. Composición proximal (%) de las diferentes formulaciones de Pasta de tomate.

Tratamiento	Humedad	Minerales	Proteína	Grasa	Fibra	CHO'S
PC	79.65±2.13	1.03±0.14 ^a	0.73±0.15 ^a	0.11±0.06 ^b	7.16±0.83 ^{ab}	11.32±0.61 ^b
P1	77.90±2.59	0.84±0.43 ^{ab}	0.61±0.10 ^{ab}	0.13±0.06 ^b	7.03±0.62 ^b	13.49±0.32 ^a
P1.5	77.29±2.38	0.83±0.51 ^{ab}	0.50±0.15 ^b	0.42±0.17 ^a	6.99±0.35 ^b	13.97±0.12 ^a
P3	75.76±3.90	0.41±0.28 ^b	0.53±0.24 ^b	0.47±0.20 ^a	8.81±1.70 ^a	14.02±0.67 ^a

Evaluación fisicoquímica. En la Tabla 3., se muestran los valores obtenidos de pH, el cual descendió hasta 4.05 en P3, mientras que la acidez titulable no se vio afectada y varió entre 0.91 – 1.87 g/100mL. En una investigación realizada por Fernández et al., (2007) se reportaron valores en pastas de tomate comerciales que van desde 3.86 – 4.16 de pH y 0.78 – 1.52 g/100mL de acidez. En lo que respecta al color, se mantuvo la saturación de color rojo y amarillo en la mayoría de las formulaciones. En lo que respecta a viscosidad, no se presentó diferencia significativa entre las muestras para V6 y V30.



Tabla 3. Análisis Fisicoquímicos de las formulaciones de pasta de tomate.

Tratamiento	pH	L*	a*	b*	V6	V12	V30	Acidez
PC	4.39±0.1 ^a	31.74±3.8	22.72±1.3 ^a	13.83±2.4 ^b	109.85±0.3	50.55±0.2 ^c	21.85±0.3	0.91±0.3
P1	4.37±0.1 ^a	29.82±5.6	21.76±1.8 ^a	18.80±2.4 ^a	112.15±2.1	54.80±0.1 ^a	21.90±0.1	1.46±1.1
P1.5	4.53±0.1 ^a	32.79±6.1	16.14±1.9 ^b	19.58±1.3 ^a	110.15±0.3	53.65±0.3 ^b	22.25±0.3	1.32±0.1
P3	4.05±0.1 ^b	39.13±0.7	21.48±2.4 ^a	18.67±0.1 ^a	109.35±0.3	55.15±0.3 ^a	22.25±0.3	1.87±0.3

Conclusiones y recomendaciones.

La adición de cáscara y semilla deshidratadas modifica la composición proximal y las características fisicoquímicas de pasta de tomate. La concentración de sólidos totales aumenta progresivamente con la adición de la cáscara y semilla, por otro lado, la concentración de minerales y de proteína disminuyen. En lo que respecta a las características fisicoquímicas, el pH se vuelve más ácido, por lo tanto, la acidez aumenta. Tanto el color rojo como la viscosidad se mantienen constantes.

Referencias.

- A.O.A.C. 2000. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemist. EUA
- Büyükbay, E.O., Sayılı, M., Öz, M.U., 2009. The relationship between socio-economic characteristics and sauce consumption of consumers: case of Tokat province. *Electron. J. Food Technol.* 4 (1), 1–7.
- Fernández C., Pitre A., Llobregat M.J. y Rondón Y. 2007. Evaluación del Contenido de Licopeno en Pastas de Tomate Comerciales. *Información Tecnológica.* Vol 18(3), 31-38
- Gahler, S., Otto, K., & Böhm, V. (2003). Alterations of vitamin C, total phenolics, and antioxidant capacity as affected by processing tomatoes to different products. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(27), 7962–7968.



- Pernice, R., Parisi, M., Giordano, I., Pentagelo, A., Graziani, G., Gallo, M., Fogliano, V., Ritieni, A., 2010. Antioxidants profile of small tomato fruits: effect of irrigation and industrial process. *Sci. Horticult.* 126, 156–163.
- Qiu, J., Vuist, J.-E., Boom, R. M., & Schutyser, M. A. I. (2018). Formation and degradation kinetics of organic acids during heating and drying of concentrated tomato juice. *LWT - Food Science and Technology*, 87(C), 112–121.
- Reboul, E., Borel, P., Mikail, C., Abou, L., Charbonnier, M., Caris-Veyrat, C., Goupy, P., Portugal, H., Lairon, D., Amiot, M.J., 2005. Enrichment of tomato paste with 6% tomato peel increases lycopene and b-carotene bioavailability in men. *J. Nutr.* 135 (4), 790–794.
- Torres A. 2012. Caracterización física, química y compuestos bioactivos de pulpa madura de tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) (Cav.) Sendtn. *Archivos latinoamericanos de nutrición*. Volumen 62. No. 4.
- Tuyen, P.T., Khang, D.T., Minh, L.T., Minh, T.N., Ha, P.T.T., Elzaawely, A.A., Xuan, T.D., 2016. Phenolic compounds and antioxidant activity of *Castanopsis phuthoensis* and *Castanopsis grandicaticata*. *Inter. Lett. Nat. Sci.* 55, 77–87.
- Umar, A.S.S., Abdulkadir, M.B., 2016. Analysis of resource-use efficiency and productivity of residual soil moisture tomato production in Kaduna State, Nigeria. *Int. Lett. Soc. Humanistic Sci.* 51, 152–157.

TI12-INCA-014-L

ANÁLISIS TEÓRICO, PRÁCTICO Y ESTADÍSTICO DEL COMPORTAMIENTO DE DEGRADACIÓN DE VITAMINAS EN FORMULAS INFANTILES DURANTE VIDA DE ANAQUEL.

¹Mario Alberto Montiel Sánchez

¹Mead Johnson Nutrition, México. U.H. Cabeza de Juárez II, N 303, CDMX, Iztapalapa, 09727

albertomontielqa@gmail.com

INOCUIDAD Y CALIDAD, INVESTIGACIÓN LICENCIATURA

Resumen.

La estabilidad de las vitaminas A, B₁, B₂, C, D, E y K se determinaron en una misma fórmula infantil de etapa 1, durante un periodo de almacenamiento de 6 meses en diferentes condiciones de Humedad y temperatura (zonas). Este estudio demostró que tanto la zona como el tiempo de almacenamiento tienen un impacto significativo sobre la concentración de acuerdo a los valores obtenidos con el análisis estadístico (ANOVA de medias repetidas).

Palabras Clave: Formula infantil, vitaminas, almacenamiento de vitaminas.

Introducción.

La adición de vitaminas para el enriquecimiento o fortificación de productos alimenticios plantea numerosos retos tecnológicos, ya que al combinarse en la misma formulación vitaminas de diferente naturaleza; es de suma importancia entender el comportamiento de degradación ya que varían significativamente con respecto a diferentes variables, conocer su comportamiento proporciona información valiosa para el diseño del producto.



Justificación.

La degradación de vitaminas ocurre naturalmente, sin embargo, existen factores que aceleran o retrasan su velocidad de degradación, al conocerlos podría predecirse la estabilidad en las fórmulas infantiles (FI) a través de su cuantificación.

Objetivos.

Determinar la estabilidad de las vitaminas en FI, en diferentes condiciones de almacenamiento, para determinar la estabilidad durante la vida de anaquel, así como la optimización en la adición y aplicación de un modelo estadístico a los resultados obtenidos.

Metodología.

El estudio tubo alcance para las vitaminas A, B₁, B₂, C, D, E y K en FI de etapa 1 (para lactantes de 0 a 6 meses de edad); se analizaron tres lotes distintos de una misma formulación a base de leche bovina, controlando en cámaras de estabilidad las variables humedad y temperatura.

Los métodos utilizados para la determinación de las vitaminas están en concordancia con métodos oficiales de la AOAC y lo dispuesto en el programa SPIFAN.

Se realizaron determinaciones por triplicado para cada una de las vitaminas en cada mes del estudio de estabilidad, para así obtener una mayor cantidad de datos para realizar el análisis estadístico.

Tabla 1. Métodos utilizados para la determinación de vitaminas.

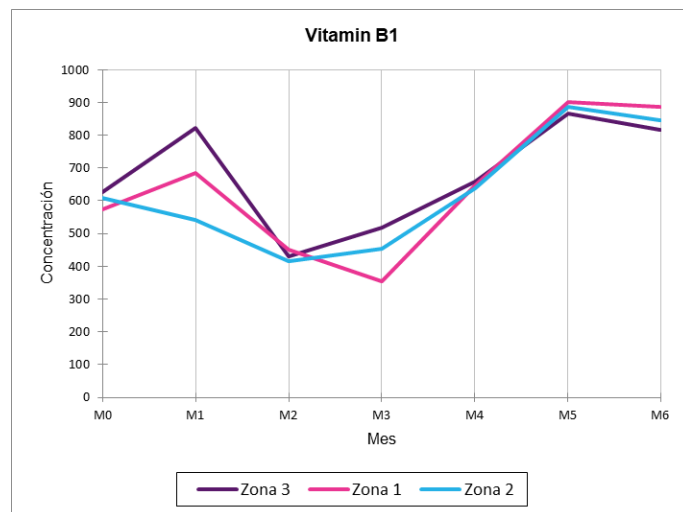
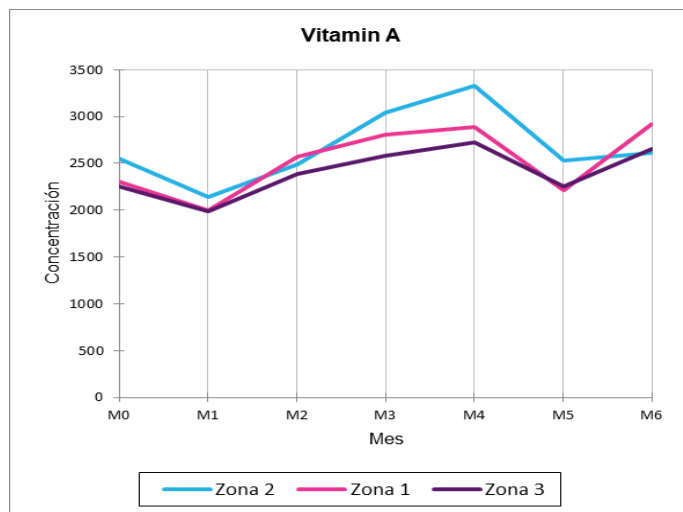
Tipo	Vitamina	Plataforma Tecnológica	Referencia
Hidrosolubles	B ₁	HPLC con detector de Fluorescencia	Método interno / AOAC Official Method 2015.002
	B ₂	HPLC con detector de Fluorescencia	Método interno / AOAC Official Method 2015.003
	C	Titulación	Método interno / AOAC Official Method 2012.012
Liposolubles	A	HPLC con detector de Arreglo de Diodos	Método interno / AOAC Official Method 2011.003
	D	HPLC con detector UV-VIS	Método interno/ AOAC Official Method 2011.004
	E	HPLC con detector de UV-VIS	Método interno/ AOAC Official Method 2011.010
	K	HPLC con detector de UV-VIS	Método interno/ AOAC Official Method 2014.001

El almacenamiento de las FI se realizó en diferentes condiciones de temperatura y humedad.

Tabla 2. Condiciones de almacenamiento.

Zona	Humedad Relativa (%)	Temperatura (°C)	Tiempo (meses)
1	45.5	23.0	6
2	65.0	30.0	6
3	75.0	40.0	6

Resultados.



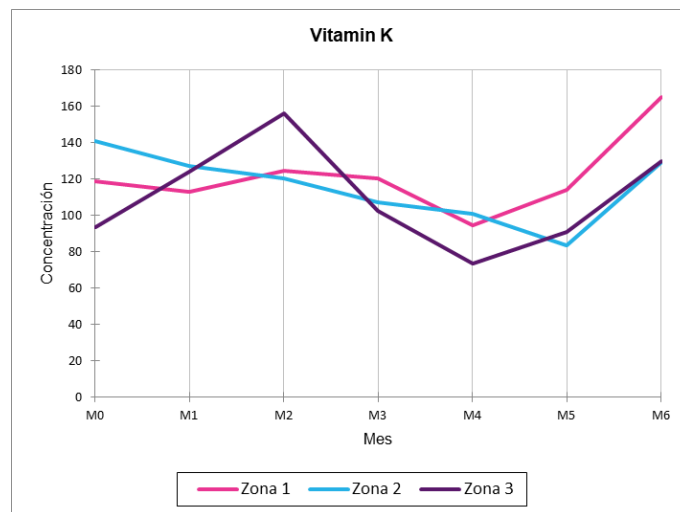
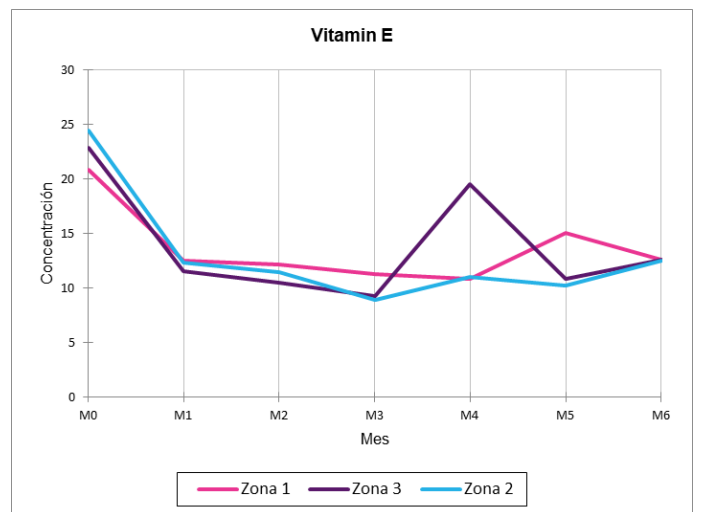
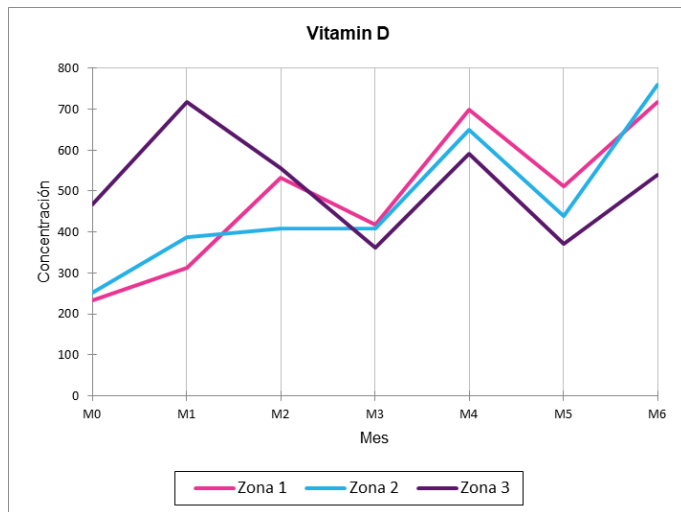
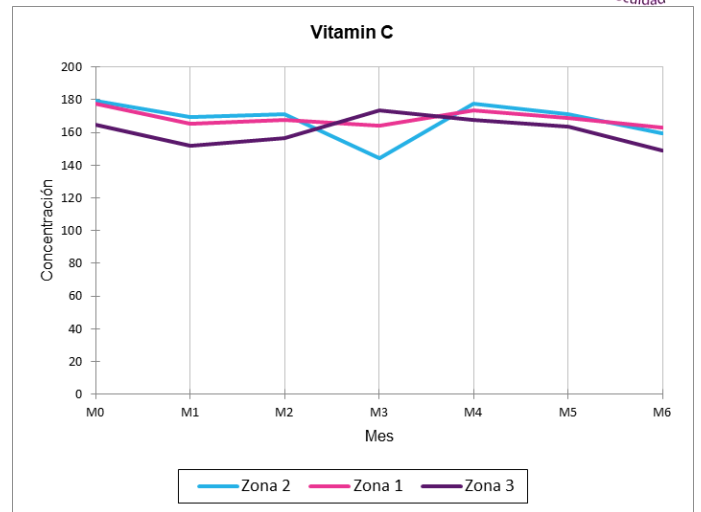
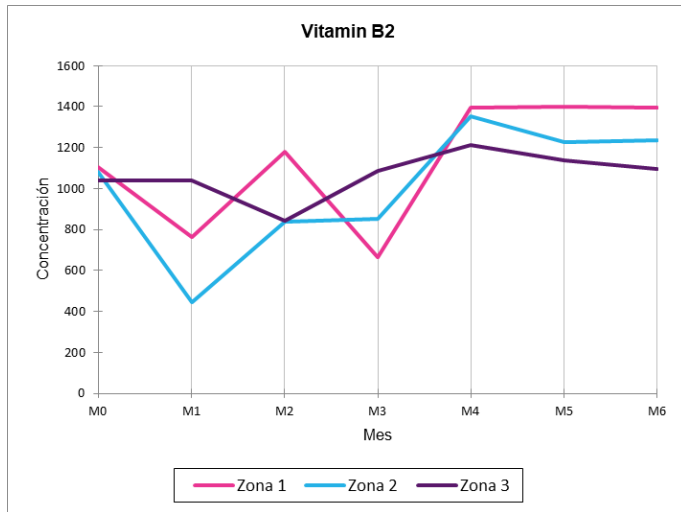


Figura 1. Gráfica de comportamientos por vitamina (datos promedio).

Se realizó un ANOVA para determinar si existe diferencia entre las medias de los datos obtenidos.

Tabla 3. Valores obtenidos de las medias para cada vitamina (ANOVA) y su significancia.

Vitamina	Zona	Meses						
		M0	M1	M2	M3	M4	M5	M6
A	Pr	0.07	0.42	0.14	0.01	9.19E-04	3.87E-04	0.04
	Significant	No	No	No	Yes	Yes	Yes	Yes
B ₁	Pr	0.01	1.83E-04	0.54	<0.0001	0.49	0.35	<0.0001
	Significant	Yes	Yes	Yes	Yes	No	No	Yes
B ₂	Pr	0.21	2.28E-03	3.76E-03	0.01	0.01	<0.0001	<0.0001
	Significant	No	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
C	Pr	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.01	2.58E-04	2.96E-04	<0.0001
	Significant	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
D	Pr	<0.0001	6.54E-04	0.15	0.57	0.03	0.01	1.56E-03
	Significant	Yes	Yes	No	No	Yes	Yes	Yes
E	Pr	0.49	0.19	0.24	0.15	<0.0001	<0.0001	0.98
	Significant	No	No	No	No	Yes	Yes	No
K	Pr	0.01	0.10	0.01	0.21	0.10	1.55E-03	<0.0001
	Significant	Yes	No	Yes	No	No	Yes	Yes

$\alpha=0.05$

Se realizaron ANOVAS de medidas repetidas para corroborar si existe diferencia entre las zonas de almacenamiento obteniendo los siguientes resultados para el efecto zona (inter sujetos) y los efectos tiempo y la interacción entre ambos (intra sujetos).

Tabla 4. Resultados para el efecto zona (inter sujetos).

Vitamina	F	Pr
A	18.85	<0.0001
B ₁	10.43	5.50E-04
B ₂	6.25	6.53E-03
C	26.46	<0.0001
D	1.66	0.21
E	1.57	0.23
K	4.56	0.02

$\alpha=0.05$

Tabla 5. Resultados para los efectos tiempo e interacción (intra sujetos).

Vitamina		F	Pr
A	Repetición	37.54	<0.0001
	Zona*Repetición	2.59	3.48E-03
B ₁	Repetition	209.59	<0.0001
	Zone*Repetition	9.25	<0.0001
B ₂	Repetition	37.16	<0.0001
	Zone*Repetition	8.42	<0.0001
C	Repetition	17.39	<0.0001
	Zone*Repetition	8.20	<0.0001
D	Repetition	29.92	<0.0001
	Zone*Repetition	9.24	<0.0001
E	Repetition	56.29	<0.0001
	Zone*Repetition	6.82	<0.0001
K	Repetition	21.00	<0.0001
	Zone*Repetition	5.93	<0.0001

$\alpha=0.05$

Conclusiones/Recomendaciones.

Los valores promedio de concentración obtenidos durante el tiempo de estudio (Figura 1) muestran una variación en el comportamiento, que pueden atribuirse a distintos factores como: analista, homogenización y tratamiento de la muestra, etc. o a la influencia de las condiciones de almacenamiento de las muestras.

La tabla 3 muestra que existe diferencia significativa entre las medias de los grupos para algunos meses del tiempo de estudio, dado que el valor de Probabilidad (Pr) es menor que el nivel de significancia ($\alpha=0.05$).

La tabla 4 muestra los resultados de la variable zona sin tener en cuenta las repeticiones. Podemos observar que para las vitaminas A, B₁, B₂, C y K existe un impacto significativo en la concentración dado que el valor Pr es menor al nivel de significancia; no así para las vitaminas D y E, esto puede deberse a que los lotes muestran un comportamiento más similar dentro de las zonas de almacenamiento que las restantes.



La tabla 5 muestra los resultados del impacto del tiempo sobre la concentración. Podemos observar que los valores de repetición y de la interacción (zona*repetición) tienen un impacto significativo para todas las vitaminas, dado que el valor Pr es menor al nivel de significancia.

Esto quiere decir que tanto para un mismo grupo de datos, en el mismo mes de análisis, como para los diferentes grupos de datos durante todo el estudio (6 meses); existen diferencias significativas; este estudio demostró que tanto la zona como el tiempo de almacenamiento tienen un impacto significativo sobre la concentración.

Se recomienda, en una segunda fase, ampliar el tiempo de almacenamiento a 21 meses, tiempo de vida de anaquel para este tipo de productos, para observar si existe una mayor degradación de las vitaminas y proponer una formulación para la optimización en la adición de estas, cumpliendo con los límites reglamentados.

Referencias.

Miller, S.A. 1989. Problems Associated with the Establishment of Maximum Nutrient Limits in Infant Formula. *Journal Nutrition*. 119: 1764-1767.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Codex Alimentarius. 2017. Norma para preparados para lactantes y preparados para usos medicinales especiales destinados a los lactantes Codex Stan 72 – 1981 [En línea] (Última modificación 2016). Disponible en: http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCODEX%2BSTAN%2B72-1981%252FCXS_072s.pdf [Último acceso 10 de Enero de 2019].

Ottaway, P. Berry. 1997. *The technology of vitamins in food*. Londres. Chapman & Hall.

SCF. Scientific Committee for Food. 1983. First report on the essential requirements of infant formula and follow-up milks based on milk protein. Opinion expressed at Reports of the Scientific Committee for Food, Fourteenth Series. European Commission, Luxemburg.



Scott, K.J., Bishop, D.R., Zechalko, A., Edwards- Webb, J.D., Jackson, P.A., Scuffam, D. 1984b. Nutrient content of liquid milk. II. Content of vitamin C, riboflavin, folic acid, thiamin, vitamin B12 and B6 in pasteurized milk as delivered to the home and after storage refrigerator. *Journal of Dairy Research*. 51: 51-57.

Secretaría de Economía. Catálogo de Normas Oficiales Mexicanas. 2017. NORMA Oficial Mexicana NOM-131-SSA1-2012, Productos y servicios. Fórmulas para lactantes, de continuación y para necesidades especiales de nutrición. Alimentos y bebidas no alcohólicas para lactantes y niños de corta edad. Disposiciones y especificaciones sanitarias y nutrimentales. Etiquetado y métodos de prueba. [En línea] (Actualizado al 10 de Septiembre de 2012). Disponible en: <http://www.economia-noms.gob.mx/normas/noms/2010/131ssa12012.pdf> [Último acceso 9 de Enero de 2019].

Tannenbaum, S.R., Young, V.R., Archer, M.C. 1993. *Química de los Alimentos*. Zaragoza. Acribia.

Zafra-Gómez, A., Garballo, A., Morales, J., García-Ayuso, L. 2006. Simultaneous determination of eight water-soluble vitamins in supplemented foods by liquid chromatography. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 54: 4531-4536

TI12-INCA-015-L

EVALUACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN MÍNIMA INHIBITORIA DE ADITIVOS CONSERVADORES APLICADOS EN ALIMENTOS SOBRE DIVERSOS MICROORGANISMOS PATÓGENOS Y DE ALTERACIÓN.

¹ Garduño Reyes Rocío Elizabeth*, ¹ Retana Ávila Luis Fernando, ¹ Juárez Arroyo Elsi
Ideli

¹Departamento de Biología, Facultad de Química UNAM, México. 12da cda. de Venustiano Carranza No. 30, 07190, CDMX, México, rociogarduno3@gmail.com y fernando.ra@outlook.com.

INOCUIDAD Y CALIDAD, INVESTIGACIÓN LICENCIATURA

Resumen.

Con la finalidad de conocer el efecto inhibitorio que pueden ejercer los aditivos conservadores comúnmente utilizados en la industria: benzoato de sodio, propionato de sodio, sorbato de potasio y nitrito de sodio, se evaluó la Concentración Mínima Inhibitoria (CMI) de éstos mediante la aplicación de las técnicas de macrodilución en tubo y cuenta en placa, cuyo efecto inhibitorio se valoró al enfrentarse diferentes concentraciones del aditivo con microorganismos patógenos así como de alteración en los alimentos: *S. enteritidis*, *B. cereus*, *E. coli*, *L. monocytogenes*, *S. aureus* 25923, *S. cerevisiae* ATCC9763, *C. albicans* ATCC90028 y *K. marxianus* NRRL-Y-1195. Los resultados obtenidos permitieron observar que no se alcanzó el efecto inhibitorio del benzoato de sodio, propionato de sodio y nitrito de sodio en las concentraciones de trabajo propuestas. En el caso del sorbato de potasio, presentó una CMI contra *S. cerevisiae* ATCC9763 (96.26% eficiencia, pH 6.8) a 6000 ppm, así como una CMB contra *C. albicans* ATCC90028 (100.00 % eficiencia, pH 5.3) a 750 ppm. En conclusión, es necesario tomar en cuenta las condiciones finales del medio, ya que esto permitiría potencializar el efecto esperado por el conservador. Además, desde el punto de vista microbiológico, las dosis máximas permitidas del aditivo y concentraciones menores versus concentraciones microbianas del orden de 10^7 a 10^8 UFC/mL, no conceden la función



esperada del aditivo conservador.

Palabras clave: Aditivo conservador, microbiología, concentración mínima inhibitoria.

Introducción.

Existe un tipo de aditivo cuya función es preservar al alimento, protegiéndolo de alteraciones biológicas, alargando así su vida de anaquel y conservando sus atributos de calidad, llamado aditivo conservador (Madrid, 1998). La efectividad de los conservadores, así como la dosis mínima necesaria a emplear durante la elaboración de un producto, son de suma importancia. Para mitigar malas prácticas de fabricación en la formulación de productos alimenticios, se busca implementar una metodología que facilite la generación de informes más precisos con pruebas de sensibilidad para agentes conservadores en alimentos de manera cualitativa y cuantitativa, que incluya su CMI. Por ello, se seleccionaron cuatro agentes conservadores comúnmente utilizados en alimentos: el benzoato de sodio, que es utilizado como agente inhibidor de bacterias y algunas levaduras; el propionato de sodio y nitrito de sodio, que suelen tener un efecto inhibitorio contra bacterias, mientras que con levaduras no y, finalmente, el sorbato de potasio que presenta un efecto inhibitorio contra mohos y levaduras (Furia, 1972).

Objetivo general.

Aplicar un método para medir cuantitativamente la actividad *in vitro* de diferentes aditivos conservadores contra microorganismos patógenos y de alteración, que son de interés en la industria de alimentos.

Objetivos específicos.

Estimar la concentración más baja del aditivo conservador que inhibe el crecimiento microbiano visible (CMI) en una prueba de susceptibilidad mediante la técnica de macrodilución en caldo.

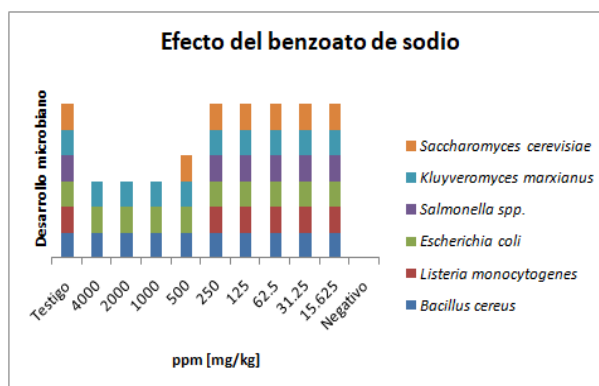
Emplear los resultados como posible fuente de consulta para mejorar la aplicación de

conservadores en la formulación de alimentos.

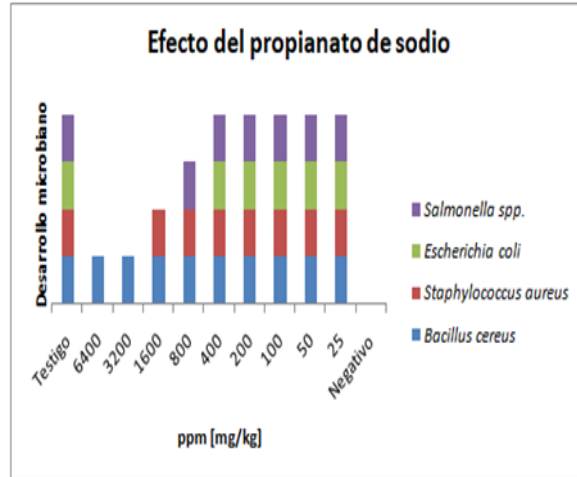
Metodología.

Se realizó la determinación de la CMI por la técnica de macrodilución en tubo en caldo Muller Hinton (BD Phoenix™). Se realizaron series con diferentes concentraciones de agentes conservadores, inoculadas con un volumen y concentración conocida de microorganismo de prueba (UFC/mL) y se acondicionaron a un valor de pH óptimo para cada agente conservador. Las series se incubaron en condiciones idóneas para los microorganismos empleados (bacterias 37°C/24 horas y levaduras 28°C/48-72 horas). Posteriormente, de los tubos con concentraciones del conservador que presentaron efecto inhibitorio visible sobre el desarrollo microbiano; es decir, crecimiento “poco evidente” o “nula turbidez” en el tubo, se tomaron 100 µL y se plaquearon mediante la técnica de extensión superficial en placas Petri con agar triptona-soya (BD Bioxon), incubando posteriormente en condiciones óptimas, así como del tubo testigo que no tenía agente conservador pero sí microorganismo de prueba; ésto último, para conocer el número de UFC final e inicial, respectivamente. Para ello, se realizó la cuenta en placa de cada prueba aplicándose los factores de dilución pertinentes y estimándose la eficiencia del agente conservador para conocer la CMI.

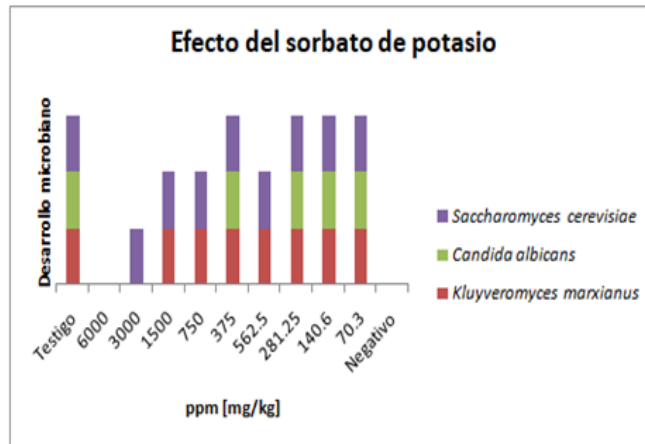
Resultados.



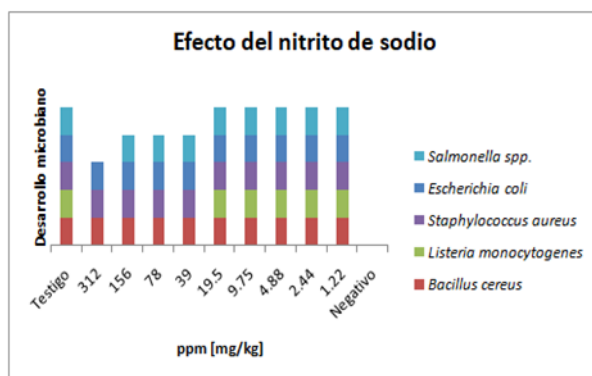
Gráfica 1. Efecto del benzoato de sodio en el desarrollo de microorganismos.



Gráfica 2. Efecto del propionato de sodio en el desarrollo de microorganismos.



Gráfica 3. Efecto del sorbato de potasio en el desarrollo de microorganismos.



Gráfica 4. Efecto del nitrito de sodio en el desarrollo de microorganismos.

Tabla 1. Concentración Mínima Inhibitoria y eficiencia de agentes conservadores en contra de microorganismos.

Agente conservador	Microorganismo	pH de trabajo	Concentración microbiana inicial en serie (UFC/mL)	Concentración microbiana en placa (UFC)	Concentración del aditivo conservador (ppm)	Eficiencia del conservador (%)
Benzoato de sodio	<i>Listeria monocytogenes</i>	5	5.61x10 ⁷	Desarrollo Extendido**	4000 2000 1000 500	-
	<i>Salmonella enteritidis</i>	5	4.39x10 ⁷	263 399 MNPC MNPC	4000 2000 1000 500	40.09 9.11 - -
	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> ATCC9763	4.7	4.00x10 ⁵	1 Desarrollo extendido** 65	4000 2000 1000	75.00 - 0
Propionato de sodio	<i>Staphylococcus aureus</i> 25923	5.3	8.08x10 ⁷	MNPC 1600 v.e.	6400 3200	- 0
	<i>Escherichia coli</i>	4.7-5.3	2.01x10 ⁷	576 41 473 MNPC	6400 3200 1600 800	0 79.60 0 -
	<i>Salmonella enteritidis</i>	4.7-5.6	3.16x10 ⁷	MNPC MNPC MNPC	6400 3400 1600	- - -
Sorbato de potasio	<i>Kluyveromyces marxianus</i> NRRL-Y-1195	5.6	9.00x10 ⁵	Desarrollo extendido** 834 v.e.	6000 3000	- 0
	<i>Candida albicans</i> ATCC90028	5.3	1.00x10 ⁵	Desarrollo extendido 0 0 0 1	6000 3000 1500 750 562.5	- 100.00 100.00 100.00 0
	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> ATCC9763	6.8	1.12x10 ⁸	42	6000	96.26

Nitrito de sodio	<i>Listeria monocytogenes</i>	5	1.40x10 ⁷	Desarrollo extendido**	312 156 78 39	-
	<i>Salmonella enteritidis</i>	5.3	5.91x10 ⁷	MNPC	312	-

Análisis de resultados.

En la gráfica 1 se muestran los resultados obtenidos al evaluar el benzoato de sodio. En el caso de *B. cereus*, *E. coli* y *K. marxianus* (NRRL-Y-1195), no se observó un efecto inhibitorio por parte del conservador. Por otro lado, *S. cerevisiae* ATCC9763, *L. monocytogenes* y *S. enteritidis* presentaron inhibición aparente. Por su parte, *L. monocytogenes*, presentó un desarrollo extendido durante el plaqueo, por lo que no se determinó una CMI. En el caso de *S. enteritidis*, se obtuvo una eficiencia del 40.09% a 4000 ppm y 9.11% a 2000 ppm a un pH de 5.0. También, *S. cerevisiae* ATCC9763, presentó una eficiencia de 75.0% a 4000 ppm con un pH 4.7 (tabla 1). La poca eficiencia del conservador, puede atribuirse al rango de pH trabajado en la determinación (4.7 – 6.8), ya que el rango de pH óptimo para alcanzar su efecto inhibitorio es entre 2.5 – 4.0 (Furia, 1972).

En la gráfica 2, se representa el efecto ejercido del propionato de sodio, donde *B. cereus* no mostró tener inhibición a las concentraciones trabajadas del conservador. *Staphylococcus aureus* (25923) presentó inhibición aparente en las concentraciones de 6400 y 3200 ppm en la serie de tubos, a pH de 5.3 (tabla 1). Sin embargo, al realizar la siembra en placa del tubo de 6400 ppm se reportaron colonias MNPC que evidenciaron el poco efecto inhibitorio. Otro microorganismo evaluado fue *E. coli*, quien mostró inhibición aparente en los tubos de concentraciones a 6400, 3200, 1600 y 800 ppm (gráfica 2), en un rango de pH 4.7 – 5.3, con 576 (0%), 41 (79.60%), 473 (0%) y MNPC de UFC/placa, respectivamente (tabla 1). Respecto a *S. enteritidis*, tuvo inhibición aparente en los tubos con concentraciones 6400, 3200 y 1600 ppm (gráfica 2), en un rango de pH 4.7 – 5.3; sin embargo, no se determinó una CMI pues el número de colonias desarrolladas superó el poder bactericida del conservador y no se pudo reportar una % de eficiencia. En cuanto a la actividad del propionato de sodio, su efecto antimicrobiano se encuentra reportado hasta un pH superior a 5.0 o en algunos casos de 6.0 (Furia, 1972).

La gráfica 3 presenta el efecto que ejerce el sorbato de potasio, en el que *K. marxianus* NRRL-Y-1195 no obtuvo un valor de CMI (tabla 1). Sin embargo, *C. albicans* ATCC90028, presentó una concentración mínima bactericida (CMB) a 750 ppm con una efectividad del 100% (tabla 1). También, se evaluó a *S. cerevisiae* ATCC9763, con la cual se determinó a 6000 ppm, pH 6.8, y un 96.26% de eficiencia de la CMI y esto es debido a que la actividad antimicrobiana del sorbato de potasio incrementa cuando el pH del medio disminuye (Branen, 2002), así como a bajas concentraciones microbianas.

Para el nitrito de sodio, en la gráfica 4 se puede observar que *B. cereus* (pH 6.5), *E. coli* (pH 5.3) y *S. aureus* 25923 (pH 6.5), no fueron afectadas por el conservador pues toda la serie de concentraciones mostraron desarrollo. Por otro lado, *S. enteritidis* disminuyó su crecimiento a concentraciones de 312 ppm (pH 5.3). Asimismo, *L. monocytogenes* solo presentó inhibición en la serie con concentraciones de 312, 156, 78 y 39 ppm (pH 5.0). La eficiencia del nitrito de sodio contra las bacterias evaluadas fue nulo, dicho efecto inhibitorio puede verse afectado por la concentración microbiana inicial versus el agente conservador, pues no logra presentar su efecto bactericida a esas condiciones.

Conclusiones.

Las técnicas empleadas de macrodilución y cuenta en placa permitieron poner en evidencia la CMI de algunas de las pruebas, lo cual ayudó a determinar el conservador más eficaz para ejercer un poder bactericida sobre los microorganismos seleccionados.

Los resultados microbiológicos de la CMI indicaron para cada agente conservador cuáles tenían un mayor efecto bactericida con el cálculo del porcentaje de eficiencia, donde los valores más altos fueron hallados para el sorbato de potasio bajo las condiciones de pH 5.3 para *Candida albicans* (100%) y *S. cerevisiae* (96.26%) a pH de 6.8, con concentraciones microbianas del orden de 10^5 y 10^8 UFC/mL, respectivamente. Esto fue dependiente de la concentración del aditivo conservador adecuado a la especie microbiana identificada.

La concentración tan elevada de microorganismo al inicio de la prueba no facilitó estimar con exactitud el efecto inhibitorio de cada agente conservador. Se recomienda realizar más



pruebas modificando la variable de concentración microbiana, disminuyendo al menos dos órdenes de magnitud.

Se propone tomar en cuenta en la formulación de un producto alimenticio, la CMI determinada para el sorbato de potasio contra *S. cerevisiae* como una referencia. Esta información puede conducir a la elección adecuada de un antimicrobiano a la hora de formular los alimentos, lo que aumentará las probabilidades de éxito del efecto bactericida y ayudará en la prolongación de la vida de anaquel del producto, sin repercutir en las BPF.

Referencias.

- Branen. A; Davidon, P; Salminen, S. & Thorngate III, J.. (2002). Food Additives. United States of America: Marcel Dekker, Inc. pp. 576 – 577, 582 – 584.
- COFEPRIS (2012) Acuerdo o documento por el que se determinan los aditivos y coadyuvantes en alimentos, bebidas y suplementos alimenticios, su uso y disposiciones sanitarias. Diario Oficial.
- FuriaFuria, T. (1972). Handbook of food additives. United States of America: CRC PRESS. pp. 120 – 122, 129 – 140, 150 – 152, 155.
- Madrid, A. (1992). Los aditivos en los alimentos. España: Iragra, S.A. pp. 21 – 22.
- Taroco, R; Seija, V. y Vignoli, R. (s.f.) Métodos de estudio de la sensibilidad antibiótica. Temas De Bacteriología Y Virología Médica. Disponible en <http://www.higiene.edu.uy/cefa/2008/BacteCEFA36.pdf>

TI12-INCA-016-L

CALIDAD MICROBIOLÓGICA DE ENSALADAS LISTAS PARA SU CONSUMO EN ÁREA METROPOLITANA DE LA CD. DE MONTERREY, N.L. MÉXICO.

¹Yeverino Gutiérrez Myrna L.*, ¹González González María R., ¹Cantú Cárdenas María E.

¹Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Químicas, Av. Pedro de Alba, s.n., Cd. Universitaria, San Nicolás de los Garza, N.L., México, c.p. 66455,
myrnayeverino@gmail.com

INOCUIDAD Y CALIDAD, INVESTIGACIÓN LICENCIATURA

Resumen.

Productos vegetales frescos incluidos en la dieta contribuyen a la vida saludable del consumidor por el aporte de fibra dietética, vitaminas, minerales y bajo contenido calórico, en tiempos actuales es menor el tiempo disponible para la preparación y consumo de alimentos en el hogar, esto ocasiona un incremento en la ingesta de alimentos que se ofrecen ya preparados, entre ellos una amplia variedad de ensaladas frescas listas para su consumo; que al ser alimentos mínimamente procesados podrían estar relacionados con enfermedades diarreicas causadas principalmente por *Escherichia coli* y *Salmonella*. Se adquirieron 37 muestras de ensaladas de vegetales listas para su consumo, en el área metropolitana de la ciudad de Monterrey, N.L. para evaluar su calidad microbiológica. Veinte fueron de cafeterías universitarias y pequeños restaurantes y 17 de supermercados elaboradas por empacadoras y presentadas en bolsa individual para su venta. Los análisis realizados a las muestras fueron: Cuenta de mesofílicos aerobios, Número Más Probable (NMP) de coliformes fecales y *E. coli*, y *Salmonella* spp, utilizando la metodología presente en Normas Oficiales Mexicanas. En los resultados obtenidos para la cuenta de mesofílicos aerobios, se observa que el 70% de las muestras procedentes de cafeterías y restaurantes presentaron cuentas mayores a 150,000 UFC/g, valor tomado como referencia para este parámetro; sin embargo, las muestras procedentes de empacadoras, todas presentaron cuentas menores al límite establecido. Para la cuenta de NMP de coliformes fecales y *E. coli*, se observa que el



100% de las muestras procedentes de cafeterías y restaurantes presentaron coliformes fecales con valores mayores a 120 NMP/g, mientras que las muestras procedentes de empacadoras, sólo una de las muestras presentó coliformes fecales (6 NMP/g). El 55% de las muestras procedentes de cafeterías y restaurantes fueron positivas para *E. coli*, mientras que en todas las muestras procedentes de empacadoras estuvo ausente. *Salmonella* se reportó como ausente en todas las muestras analizadas. De acuerdo a los resultados obtenidos las ensaladas preparadas en cafeterías o restaurantes presentan mayor contaminación microbiana que las producidas en empacadoras con presentación en bolsa, se presume que para prolongar la vida de anaquel de las ensaladas frescas, las empacadoras tienen implementados sistemas de lavado y sanitización estandarizados, verificados y vigilados; en contraste con las cafeterías y restaurantes donde el lavado y sanitización de estos productos vegetales podría no vigilarse adecuadamente, es necesario que en este tipo de establecimientos de servicios de alimentos y bebidas (cafeterías y restaurantes) implementen buenas prácticas de higiene para el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios tal como se declara en la NOM 251-SSA1-2009 y así evitar contaminaciones para que el consumidor adquiera alimentos ricos, saludables pero sobre todo inocuos.

Palabras clave: ETA (Enfermedades Transmitidas por Alimentos), ensaladas listas para consumo, coliformes fecales

Introducción.

Incluir productos vegetales frescos en la dieta contribuye a la vida saludable del consumidor por el aporte de fibra dietética, vitaminas, minerales y bajo contenido calórico (1). Kantar Worldpanel México, empresa de investigación de mercados menciona que el 24% de los mexicanos entrevistados incorporan en su dieta a las ensaladas por ser una opción de alimentación saludable donde la combinación de vegetales frescos preferida es lechuga, pepino y jitomate (2). Recorrer largas distancias para llegar al trabajo o lugar de estudio, disminuye el tiempo disponible para la preparación y consumo de alimentos en el hogar, esto ocasiona un incremento en la ingesta de alimentos que se ofrecen ya preparados, entre ellos una amplia variedad de ensaladas frescas listas para su consumo (3).



De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS), cada año en el mundo 600 millones de personas son afectadas por consumir alimentos contaminados, provocando 420,000 decesos (4); 550 millones de los casos son enfermedades diarreicas causadas principalmente por *Escherichia coli* y *Salmonella* spp. Las enfermedades que son transmitidas por alimentos (ETA) pueden prevenirse aplicando buenas prácticas de higiene en la producción y manejo de los alimentos (5).

Objetivo general.

Evaluar la calidad microbiológica de ensaladas de vegetales listas para su consumo que se comercializan en el área metropolitana de la ciudad de Monterrey, N.L. México.

Objetivos específicos.

- a. Determinar la calidad microbiana de ensaladas frescas listas para consumo a través de la determinación de microorganismos indicadores tales como: bacterias mesofílicas aerobias, coliformes fecales y *E. coli*.
- b. Evaluar la presencia de *Salmonella* spp. en las muestras de ensaladas frescas listas para su consumo.

Metodología.

Durante los meses de enero a marzo del presente año, se realizaron análisis microbiológicos en 20 muestras de ensaladas de vegetales listas para su consumo adquiridas en cafeterías universitarias y pequeños restaurantes situados en plazas comerciales; además, 17 muestras procedentes de supermercados ubicados en diferentes municipios que conforman el área metropolitana de la ciudad de Monterrey y que son preparadas en empacadoras y presentadas para su venta en bolsas individuales.

Las muestras estaban constituidas por mezclas de vegetales que incluían diferentes clases de lechuga, zanahoria, tomate, pepino, coliflor, brócoli, kale y/o arúgula. En todas las muestras se analizaron solamente los vegetales frescos y se excluyeron los ingredientes

complementarios que suelen incluirse en este tipo de productos, tales como queso, carne, semillas, aderezos, etc.

Las muestras fueron transportadas en condiciones de refrigeración y analizadas en el Laboratorio de Microbiología #2 de la Facultad de Ciencias Químicas de la UANL el mismo día que se adquirieron.

Todas las diluciones de las muestras se realizaron siguiendo la metodología de la NOM- 110-SSA1-1994(6). Los análisis realizados a las muestras fueron: Cuenta de mesofílicos aerobios de acuerdo a la NOM-092-SSA1-1994(7), NMP de coliformes fecales y *E. coli* por la NOM-210-SSA1-2014 Apéndice H normativo e investigación de *Salmonella* spp. por NOM-210-SSA1-2014. Apéndice A normativo (8).

Para la evaluación de los resultados, al no existir criterios microbiológicos normativos vigentes para este tipo de alimentos, se tomó como referencia la Norma NOM-093-SSA1-1994 (9).

Resultados.

Los resultados obtenidos para la cuenta de mesofílicos aerobios en placa se muestran en la tabla 1. En ella se observa que 14 de 20 de las muestras procedentes de cafeterías y

Origen de muestras	Cafeterías y restaurantes		Empacadoras	
	No. de muestras	%	No. de muestras	%
< 100	0	0	0	0
100-1000	0	0	2	12
1001-10 000	0	0	8	47
10 001-100 000	3	15	7	41
100 001-150 000	3	15	0	0
>150 000	14	70	0	0

restaurantes presentaron cuentas mayores a 150,000 UFC/g, valor tomado como referencia para este parámetro; es decir el 70% de las muestras presentaron contaminación con microorganismos mesofílicos aerobios, sin embargo, las muestras procedentes de empacadoras, todas presentaron cuentas menores al límite establecido

Tabla 2. Número más probable de Coliformes Fecales y *E. coli* en ensaladas fresca.

NMP/g	Cafeterías y restaurantes				Empacadoras			
	Número de muestras		%		Número de muestras		%	
	CF	<i>E. coli</i>	CF	<i>E. coli</i>	CF	<i>E. coli</i>	CF	<i>E. coli</i>
< 3	0	0	0	0	16	0	94	0
3-75	0	11	0	55	1	0	6	0
> 120	20	0	100	0	0	0	0	0

NMP= Número más probable; CF= Coliformes fecales.

La tabla 2 presenta los resultados obtenidos para la cuenta de NMP de coliformes fecales y *E. coli*, se observa que el 100% de las muestras procedentes de cafeterías y restaurantes presentaron coliformes fecales con valores mayores a 120 NMP/g, mientras que las muestras procedentes de empacadoras, sólo en una de las muestras analizadas presentó coliformes fecales (6 NMP/g).

Asimismo, aun cuando no se tiene una especificación para la cuenta de *E. coli*, es importante mencionar que el 55% de las muestras procedentes de cafeterías y restaurantes fueron positivas para dicha bacteria, mientras que en todas las muestras procedentes de empacadoras *E. coli* estuvo ausente. Salmonella se reportó ausente en todas las muestras analizadas.



Conclusiones.

De acuerdo a los resultados obtenidos las ensaladas preparadas en cafeterías o restaurantes presentan mayor contaminación microbiana que las producidas en empacadoras con presentación en bolsa, se presume que en las empacadoras, para prolongar la vida de anaquel de las ensaladas frescas, tienen implementados sistemas de lavado y sanitización estandarizados, verificados y vigilados; en contraste con las cafeterías y restaurantes donde el lavado y sanitización de estos productos vegetales podría no vigilarse adecuadamente, es necesario que en este tipo de establecimientos de servicios de alimentos y bebidas (cafeterías y restaurantes) se implementen las buenas prácticas de higiene para el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios tal como se declara en la NOM 251-SSA1-2009 (10) . Se debe capacitar al personal, verificar estado de materias primas, vigilar y controlar el lavado y sanitización de materias primas, utensilios, superficies y verificar la efectividad de las operaciones antes mencionadas para evitar contaminaciones y que el consumidor adquiera alimentos ricos, saludables pero sobre todo inocuos.

Referencias.

- Organización Mundial de la Salud. Fomento del consumo mundial de frutas y verduras.
<http://www.who.int/dietphysicalactivity/fruit/es/>
- UNO TV. Datos que quizá no conocías sobre el consumo de ensaladas
<https://www.unotv.com/noticias/portal/tecnologia/detalle/ve-los-ocho-datos-sobre-el-consumo-de-ensaladas-que-te-interesan-052931/>
- Garza-Montoya B, Ramos-Tovar M. (2017) Cambios en los patrones de gasto en alimentos y bebidas de hogares mexicanos (1984-2014). Salud pública Méx 59:6
- Organización Mundial de la Salud inocuidad de alimentos datos y cifras
<https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/food-safety>
- Organización Mundial de la Salud. Inocuidad de alimentos riesgos microbiológicos
https://www.who.int/foodsafety/areas_work/microbiological-risks/es/



Norma Oficial Mexicana NOM- 110-SSA1-1994. Bienes y Servicios. Preparación y diluciones de muestras de alimentos para su análisis

Norma Oficial Mexicana NOM-092-SSA1-1994. Bienes y servicios. Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa. Secretaría de Salud. México.

Norma Oficial Mexicana NOM-210-SSA1-2014. Productos y servicios. Métodos de prueba microbiológicos. Determinación de microorganismos indicadores. Determinación de microorganismos patógenos. Secretaría de Salud. México.

Norma Oficial Mexicana NOM-093-SSA1-1994, Bienes y servicios. Prácticas de higiene y sanidad en la preparación de alimentos que se ofrecen en establecimientos fijos. Secretaría de Salud. México.

Norma Oficial Mexicana NOM-251-SSA1-2009, Prácticas de higiene para el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios. Secretaría de Salud. M

TI12-INCA-018-PM

AISLAMIENTO, PURIFICACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE LOS METABOLITOS SECUNDARIOS MAYORITARIOS PRESENTES EN EL EXTRACTO DEL POLEN DE LA ABEJA *Melipona beecheii* Y EVALUACIÓN DE SU ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA.

¹Cáceres Chan Rosa Isela*, ²Escobedo Martínez Carolina, ¹Ramón Sierra Jesús Manuel,
¹Yam Puc Alejandro, ¹Ortiz Vázquez Elizabeth.

¹Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Mérida, Avenida Tecnológico km 4.5 s/n CP 97118, Mérida, Yucatán, México. ²Universidad de Guanajuato/ Campus Guanajuato, Noria Alta S/N, C.P. 36050, Guanajuato, Guanajuato, México. Correo electrónico: ro.cace19@gmail.com.

INOCUIDAD Y CALIDAD, INVESTIGACIÓN POSGRADO MAESTRÍA

Resumen.

El polen de abeja es un aglomerado de polen de flores de varias fuentes vegetales, que contiene metabolitos secundarios que poseen actividad biológica contra patógenos, siendo estos compuestos capaces de inhibir su proliferación e impiden la generación de resistencia antimicrobiana. La resistencia a los antimicrobianos representa un peligro para el tratamiento de un mayor número de infecciones causadas por agentes patógenos, se estima que en los próximos años y hasta el 2050 ocurrirán 10 millones de muertes al año a nivel mundial, atribuibles a infecciones causadas por organismos resistentes a los antibióticos, motivo que ha impulsado a la búsqueda de tratamientos alternativos provenientes de fuentes naturales. El objetivo de este trabajo es obtener los metabolitos secundarios del extracto de polen de la abeja *Melipona beecheii* y evaluar su actividad antimicrobiana. El polen fue extraído por maceración con metanol y fraccionado con hexano, cloroformo y acetato de etilo, las cuales se evaluaron contra *E. coli* ATCC 25922 por el método de difusión en disco. El extracto crudo y las fracciones de partición del polen de abeja *M. beecheii* presentaron un efecto antibacteriano, siendo la fracción clorofórmica y la de acetato de etilo las que presentaron

mayor actividad donde los halos de inhibición fueron 11.1 mm y 7.7 – 8 mm respectivamente y ligeramente menor que el control positivo (Ciprofloxacino). Las fracciones de partición se purificaron utilizando una combinación de técnicas cromatográficas incluyendo VLC y cromatografía en columna por gravedad. Purificaciones sucesivas de las fracciones de hexano y cloroformo resultaron en la obtención de dos compuestos mayoritarios (1 y 2) y cuatro fracciones semipuras (A-D) respectivamente. Los espectros de infrarrojo de los compuestos 1 y 2 mostraron estiramientos característicos de C-H (sp³), carbonilo de éster, carbonilo de cetona y alcohol. La fracción hexánica tuvo el peso mayor con 3.59 g. La evaluación de la actividad antimicrobiana determinó que las fracciones clorofórmica y de acetato de etilo son las más activas. Este estudio marca el inicio de la búsqueda de metabolitos secundarios novedosos del polen de *M. beecheii*.

Palabras clave: *Melipona beecheii*, polen, antimicrobiano, metabolitos secundarios.

Introducción.

El polen es el conjunto de las células sexuales masculinas de las plantas con flores. Las abejas se desempeñan como polinizadores, ya que transfieren el polen del estambre de una flor al estigma de las mismas o diferentes flores (Ellis, Ellis, O'Malley & Zettel, 2017).

El polen de abeja es un aglomerado de polen de flores de varias fuentes vegetales, el cual es recogido por las abejas y mezclado con néctar y secreciones de las glándulas hipofaríngeas (Carpes, 2008). El polen de abeja presenta nutrientes valiosos como aminoácidos libres, carbohidratos, proteínas, lípidos, vitaminas, flavonoides y fitoesteroles (Abouda, Zerdani, Kalalou, Faid & Ahami, 2011; Aloisi & Ruppel, 2014; Carpes, 2008) y es apreciado por la medicina natural debido a sus propiedades: antimicótica, antimicrobiana, antiinflamatoria y nutricional (Komosinska, Olczyk, Kazmierczak, Mencner & Olczyk, 2015). La creciente aparición de cepas con resistencia a los antimicrobianos (RAM) representa un peligro para la eficacia de la prevención y el tratamiento de una serie cada vez mayor de infecciones causadas por agentes patógenos, el cual representa una amenaza cada vez mayor para la salud pública mundial (OMS, 2017). Con base en lo mencionado anteriormente, se ha impulsado a la búsqueda de tratamientos alternativos provenientes de fuentes naturales como el polen de

abeja, debido a que diversos estudios han demostrado tener efecto inhibitorio contra diversos agentes bacterianos.

Objetivo general.

Aislar, purificar e identificar los metabolitos secundarios mayoritarios presentes en el extracto del polen de la abeja *M. beecheii* y evaluar su actividad antimicrobiana.

Objetivos específicos.

1. Obtener el extracto metanólico crudo del polen de la abeja *M. beecheii*. 2. Fraccionar por polaridad ascendente el extracto metanólico crudo. 3. Evaluar la actividad antimicrobiana del extracto crudo y de las fracciones de partición. 4. Purificar la fracción activa mediante diferentes técnicas cromatográficas de separación. 5. Identificar por métodos espectroscópicos las estructuras químicas de los metabolitos aislados del polen de la abeja *M. beecheii*.

Metodología.

La recolección del polen de abeja *M. beecheii* se realizó en el municipio de Maní, Yucatán de manera tradicional, recogiendo el polen directamente del jobón (tronco hueco). El extracto metanólico se obtuvo por maceración de la muestra de polen (159.35 g) a temperatura ambiente con agitación continua (80 rpm) durante 24 h (3x), posteriormente se decantó el metanol y se llevó a sequedad obteniéndose 50.72 g (31.8 %) de extracto crudo (RC-1A). El cual se suspendió con MeOH/H₂O (7:3, 100 mL) y se fraccionó con disolventes de polaridad ascendente, hexano (RC-2A, 3.59 g, 7.08 %), cloroformo (RC-2B, 1.95 g, 3.85 %) y acetato de etilo (RC-2C, 2.44 g, 4.82 %) respectivamente en una proporción 1:1 (2x), obteniendo así tres fracciones principales. Las purificaciones por cromatografía líquida al vacío (VLC) y por cromatografía en columna por gravedad fueron realizadas utilizando sílica gel 60GF grado TLC y sílica gel (230 mesh, Merk), respectivamente. Para los diferentes procesos de extracción y purificación se utilizaron disolventes de grado analítico (J.T. Baker). El

monitoreo de los metabolitos fue llevado a cabo por cromatografía en capa delgada (TLC) utilizando placas de aluminio impregnados con sílica gel de 0.2 mm de espesor (60F254, Merk). Para la visualización permanente de los metabolitos, las placas se sumergieron en una solución de ácido fosfomolibdico (20g) y sulfato cérico (2.5 g) en 500 mL de ácido sulfúrico al 5%, posteriormente, las placas se secaron y se calentaron con una pistola de aire caliente durante uno o dos minutos hasta visualizar los metabolitos presentes. La fracción hexánica (RC-2A, 1.0 g) se purificó por cromatografía líquida al vacío ($\theta = 3$ cm, $h = 4$ cm) y simultáneas cromatografías en columna por gravedad ($\theta = 1.5$ cm, $h = 27$ cm), para eluir la muestra se utilizó mezclas de solventes de polaridad ascendente y sistemas de elución Hx/An 9:1, Hx/AcOEt/MeOH 8:1:1. De esta purificación se obtuvieron dos compuestos mayoritarios denominados 1 (2.5 mg) y 2 (5.4 mg) (Figura 1A), respectivamente. La purificación de la fracción clorofórmica (RC-2B, 1.95 g) se llevó a cabo mediante sucesivas cromatografías en columna por gravedad ($\theta = 1.5$ cm, $h = 27$ cm), con sistemas de elución Eter/CHCl₃/MeOH, 5:4:1 y Hx/An 8:2. De esta purificación se obtuvieron cuatro fracciones semipuras, denominados A (3.1 mg), B (2.9 mg), C (2.8 mg) y D (4.2 mg) (Figura 1D), respectivamente. Para los análisis por espectroscopía de absorción molecular en el infrarrojo (IR) se utilizó un equipo con transformada de Furrier (FT IR, THERMO Scientific, modelo Nicolet Protege 8700) utilizando pastillas de bromuro de potasio (Sigma) como soporte para analizar la muestra. El programa utilizado fue OMNIC versión 8.0. La determinación de la actividad antibacteriana del extracto metanólico y las fracciones del polen de la abeja *M. beecheii* contra *E. coli* ATCC 25922 se realizaron mediante el método de difusión en disco descrito por Kirby-Bauer en 1984, en las que se impregnaron discos de celulosa de 13 mm de diámetro con las respectivas fracciones en una solución de dimetilsulfóxido (DMSO), el mismo que sirvió como control negativo y al antibiótico ciprofloxacino como control positivo.

Resultados.

El extracto metanólico obtenido (RC-1) del polen fue de 50.72 g (31.8 %). La fracción extraída con el disolvente no polar hexano (RC-2A) fue la que tuvo un mayor rendimiento de 3.59 g (7.08%), lo que nos podría indicar que los compuestos más abundantes en la muestra eran de naturaleza apolar y se podría tratar de compuestos pertenecientes a los

hidrocarburos, ácidos grasos, ésteres o terpenos. Los espectros de absorción al infrarrojo pertenecientes a los metabolitos 1 y 2 mostraron bandas características de estiramientos C-H (Sp^3 , 2900-2840 cm^{-1}), carbonilo de éster (1750-1735 cm^{-1}), carbonilo de cetona (1710 cm^{-1}) y alcohol (3468 cm^{-1}) (Figura 1B y 1C). El análisis del efecto antibacteriano de los extractos de polen de abeja *M. beecheii* frente al agente patógeno *E. coli* ATCC 25922 en un periodo de 24 h, demostró halos de inhibición con bordes nítidos (Figura 2), siendo la fracción clorofórmica y la de acetato de etilo las que presentaron mayor actividad donde los halos de inhibición fueron 11.1 mm y 7.7 – 8.0 mm respectivamente, valores ligeramente menores con respecto al control positivo ciprofloxacina. Posteriormente las mediciones se realizaron hasta las 72 h (Gráfica 1), con el objetivo de observar el comportamiento de los extractos evaluados respecto al tiempo, obteniendo como resultado que la fracción de acetato de etilo (RC-2C) en un periodo de 72 h mantuvo la estabilidad del halo de inhibición, lo que podría indicar actividad antimicrobiana bactericida, es decir esta fracción no permite la repoblación bacteriana.

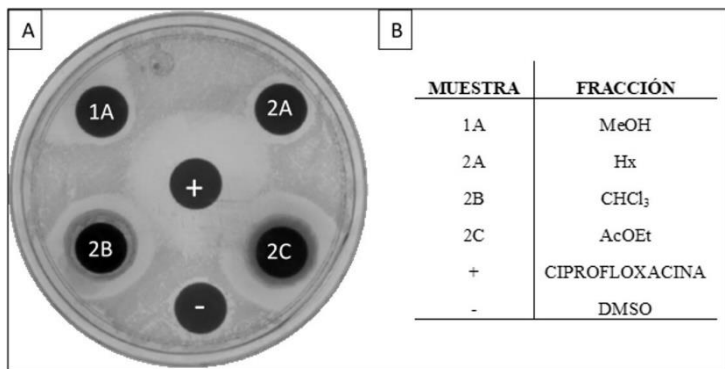


Figura 2. Bioensayo de la actividad antimicrobiana de los extractos obtenidos del polen de abeja *M. beecheii* contra *E. coli* ATCC 25922. A) Medición de los halos de inhibición. B) Fracciones y controles utilizados en la evaluación.

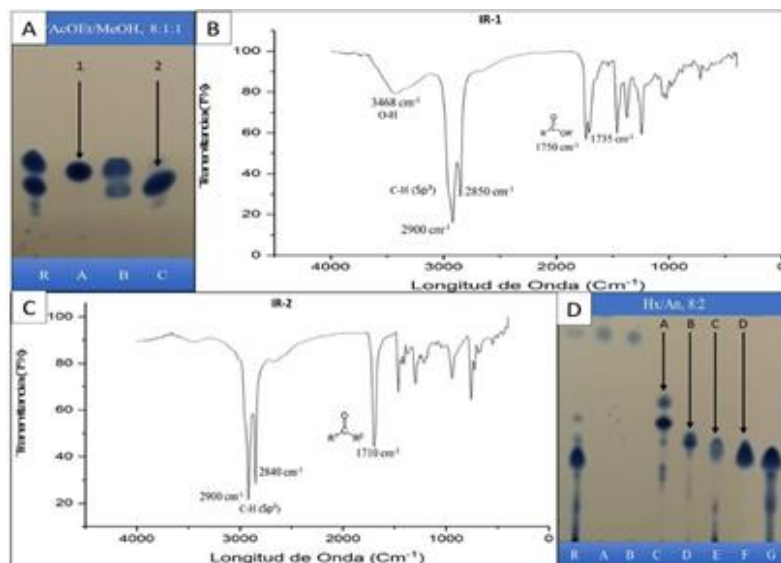
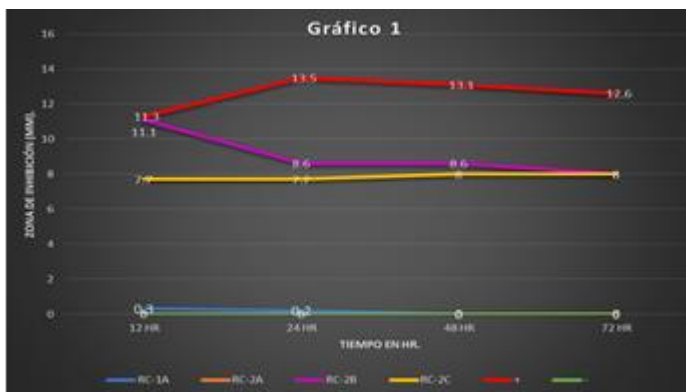


Figura 1. Purificación del extracto de polen de la abeja *M. beecheii*. A) Metabolitos 1 y 2 aislados de la fracción hexánica. B) Espectro de absorción al infrarrojo del metabolito 1. C) Espectro de absorción al infrarrojo del metabolito 2. D) Fracciones semipuras aisladas de la fracción clorofórmica (A-D).



Gráfica 1. Determinación de la actividad antimicrobiana durante 74 h.

Conclusiones.

El rendimiento de la extracción metanólica del polen de abeja *M. beecheii* fue de 50.72 g a partir de una muestra de 159.35 g. La fracción hexánica obtuvo mayor peso con 3.59 g respecto a la fracción clorofórmica y de acetato de etilo. Se obtuvo dos compuestos mayoritarios (1 y 2) pertenecientes a la purificación de la fracción hexánica y cuatro fracciones semipuras (A-D) pertenecientes a la fracción clorofórmica. Los espectros de IR de los compuestos 1 y 2 mostraron estiramientos característicos de C-H (sp³), carbonilo de éster, carbonilo de cetona y alcohol. La evaluación de la actividad antimicrobiana determinó que las fracciones clorofórmica y de acetato de etilo demuestran mayor actividad antibacteriana contra *E. coli* ATCC 25922 y que esta última mantiene la estabilidad del halo en un periodo de 72 h. El conocimiento de la composición química del polen y la determinación de la actividad antimicrobiana de las fracciones obtenidas en este trabajo marcan el inicio de la búsqueda de metabolitos secundarios novedosos del polen de *M. beecheii*.



Referencias.

- Abouda, Z., Zerdani, I., Kalalou, I., Faid, M. & Ahami MT. (2011). The antibacterial activity of Moroccan bee bread and bee-pollen (Fresh and dried) against pathogenic bacteria. *Res J Microbiol.* 6(4), 376-384.
- Aloisi, P. & Ruppel, S. (2014). Bioactive and nutrition of bee pollen in the province of Chubut, Argentina Properties. *RIA.* 40(3), 296-302.
- Carpes, S. (2008). Avaliação do potencial antioxidante do pólen apícola produzido na região sul do Brasil. *Quim. Nova.* 31(7), 1660-1664.
- Ellis, A., Ellis, D., O'Malley, K. & Zettel, C. (2017). The Benefits of Pollen to Honey Bees.
- Komosinska-Vassev, K., Olczyk, P., Kazmierczak, J., Mencner, L. & Olczyk, K. (2005). Bee pollen: Chemical composition and therapeutic application. *Evid Based Complement Alternat Med.* 1-6.

TI12-INCA-022-L

ACTIVIDAD ANTIBACTERIANA DE EXTRACTOS DE PLANTAS DE USO ALIMENTARIO Y MEDICINAL

¹Jiménez Camacho Luis Enrique*, ¹Núñez Vázquez Ángel Alfredo, ¹Ortega Muñoz Raquel,
¹Fabiola López Hernández, ¹Montiel Aguirre Jesús Fernando.

¹Facultad de Química UNAM. Tlalpan, Colonia San Andrés Totoltepec, Calle Nicolás
Bravo #20; enrique.p5@hotmail.com

INOCUIDAD Y CALIDAD, INVESTIGACIÓN LICENCIATURA

Resumen.

Se determinó la actividad antibacteriana de extractos de plantas utilizadas como alimentos, con el fin de obtener halos de inhibición o actividad antimicrobiana bacteriostática o bactericida empleando el método Kirby Bauer e impregnando discos de papel filtro con los extractos. Obteniendo actividad inhibitoria en 6 cepas multirresistentes a antibióticos por uno o más extractos.

Palabras clave: Multirresistencia, Extracto, Cepa, Halo de inhibición

Introducción.

Las plantas tienen una habilidad casi sin límites de sintetizar compuestos químicos, que en muchos casos les sirven como mecanismos de defensa contra microorganismos, insectos y herbívoros. Los productos naturales han hecho enormes contribuciones a la salud humana, a través de la utilización de compuestos ya que han desempeñado un papel importante en el desarrollo de fármacos, los cuales han sido la base de las primeras medicinas permitiendo el descubrimiento de diferentes productos, entre ellos los anti-bacterianos. Las plantas medicinales de acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS, 1979), se define como cualquier especie vegetal que contiene sustancias que pueden ser empleadas para propósitos



terapéuticos o cuyo principio activo pueden servir de precursores para la síntesis de nuevos fármacos. En los últimos años más de la mitad de los productos farmacéuticos usados son derivados de fuentes naturales. Sin embargo, es evidente la necesidad de seguir encontrando nuevos compuestos que permitan dar solución a diferentes enfermedades.

El incremento de las infecciones ocasionadas por bacterias resistentes a múltiples antibióticos en ambientes hospitalarios y extra-hospitalarios cada vez es más frecuente. Lo anterior genera el aumento de los costos en el tratamiento, las estancias hospitalarias y el fracaso terapéutico.

Por lo anterior, una prioridad en las líneas de investigación a nivel mundial debería ser la búsqueda de nuevas fuentes de compuestos antimicrobianos. El fenómeno de multirresistencia antibióticos en bacterias ha ocasionado que los antibióticos más utilizados por la población sean obsoletos, debido a ello se ha retomado la búsqueda de sustancias de origen natural (principalmente de plantas) para inhibir el crecimiento de estas bacterias multirresistentes sin causar algún efecto adverso al ser humano.

Objetivo general.

Evaluar la actividad antibacteriana de diversas plantas utilizadas como alimento y en la medicina tradicional mexicana.

Objetivos específicos.

- Seleccionar los extractos de plantas comercializadas en mercados populares que presentan potencial antimicrobiano.
- Aislar e identificar cepas bacterianas multirresistentes a antibióticos.
- Evaluar la actividad antibacteriana de extractos actividad frente a las diferentes bacterias multiresistentes.

Metodología.

Extractos de plantas.

Recolección de materia: Se realizó la colecta de hojas de 20 plantas distintas que son consumidas por el humano, en un invernadero al sur de la Ciudad de México, cuyas condiciones son de 35°C y riego constante (diario).

Deshidratación y almacenamiento (Delgado G. 2015): Las hojas fueron deshidratadas durante 2 semanas en un lugar libre de humedad a 30°C, posteriormente fueron parcialmente molidas y se almacenó 1 gramo de hoja seca en viales de 20 mL de vidrio color ámbar (por separado)

Maceración y Concentración de extractos (Delgado G. 2015): Se adicionó a cada vial 10 mL de Acetato de Etilo destilado, dejándolo reposar durante 3 días con agitación 10 minutos cada 12 horas a una temperatura de 27°C, posteriormente se filtraron las maceraciones, separando el extracto de los residuos de hoja y finalmente se evaporó el disolvente hasta obtener 1 mL del extracto, es decir se concentró el extracto a 1 gramo de hoja/ 1mL

Actividad inhibitoria.

Aislamiento e identificación de cepas (Nuñez A., (2017)): Se realizó el aislamiento y purificación de cepas que contaran con “multirresistencia antibióticos” a partir de alimentos y lugares públicos e identificándolas con el uso de sistemas miniaturizados y pruebas bioquímicas.

Evaluación de extractos (Método Kirby Bauer), (NCCLS. 1997): Se realizó la impregnación de los extractos en discos de papel filtro de aproximadamente 5 mm de diámetro, debido al calor (aproximadamente 40°C) proporcionado por el mechero Fisher (que genera una zona séptica) el acetato de etilo se evapora rápidamente, permaneciendo únicamente sustancias solidas en los discos (exposición no mayor a 15 segundos).

Se utilizaron las cepas *Bacillus subtilis* ATCC-6633 y *Staphylococcus auerus* ATTC-25923 como control.

Resultados.

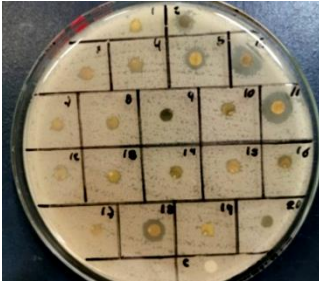


Imagen 1: Antibiograma *Bacillus subtilis* ATCC-6633, resistente a 5 extractos

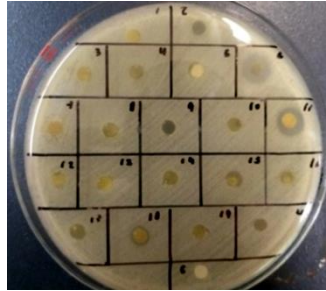


Imagen 2: Antibiograma *Staphylococcus aureus* ATTC-25923, resistente a 5 extractos

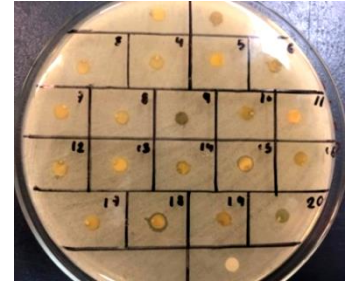


Imagen 3: Antibiograma *Klebsiella planticola* (resistente a 8 antibióticos), resistente a 18 extractos

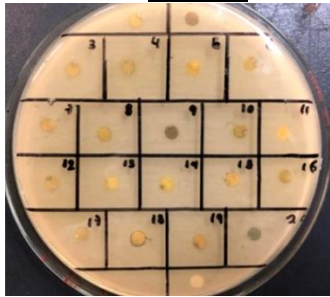


Imagen 4: Antibiograma *Klebsiella oxytoca*: resistente a 12 antibióticos, resistente a 18 extractos

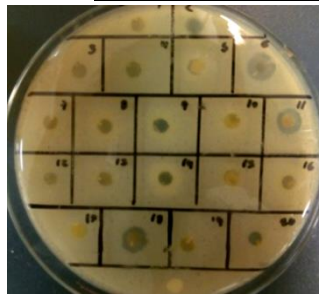


Imagen 5: Antibiograma *Bacillus ssp.*: resistente a 6 antibióticos, resistente a 16 extractos

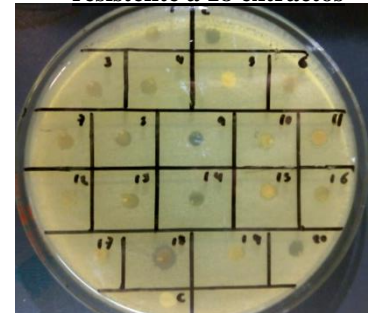


Imagen 6: Antibiograma *Neisseria sp.*: resistente a 5 antibióticos, resistente a 14 extractos

Tabla 1: Registro de actividad inhibitoria.

Nombre científico	Nombre común y # de extracto	Cepa 1	Cepa 2	Cepa 3	Cepa 4	Cepa 5	Cepa 6	Cepa 7	Cepa 8
<i>Thymus citriodorus aureus</i>	Tomillo Limón (1)	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tanacetum parthenium</i>	Santa María (2)	10 mm	-	-	-	-	7 mm	B	-
<i>Heterotheca inuloides</i>	Árnica Mexicana(3)	B	-	-	-	-	B	-	-
<i>Artemisia ludoviciana</i>	Estafiate (4)	B	-	-	-	-	-	B	-
<i>Ruta graveolens</i>	Ruda (5)	10 mm	-	-	-	-	B	-	-
<i>Salvia officinalis</i>	Salvia (6)	16 mm	13 mm	-	-	-	14 mm	-	-
<i>Foeniculum vulgare</i>	Hinojo (7)	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Allium schoenoprasum</i>	Cebollín de flor (8)	B	-	-	-	B	-	-	-
<i>Agastache mexicana</i>	Toronjil morado (9)	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Mentha spicata</i>	Hierbabuena (10)	B	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rosmarinus officinalis</i>	Romero (11)	15 mm	12 mm	-	-	-	11 mm	B	-
<i>Pelargonium citrosum</i>	Citronela (12)	B	-	-	-	-	-	B	-
<i>Boussingoltia basselloides</i>	Insulina (13)	B	-	-	-	B	-	-	-
<i>Origanum majorana</i>	Albahaca (14)	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lippia graveolens</i>	Oréganomex.(15)	B	8 mm	B	8 mm	B	-	B	B
<i>Plectranthus amboinicus</i>	Orégano orejón (16)	B	-	-	-	-	-	-	B
<i>Persea americana</i>	Aguacate(17)	-	B	-	-	-	-	-	-
<i>Origanum ssp.</i>	Orégano (18)	10 mm	9 mm	8 mm	9 mm	8 mm	12 mm	10 mm	9 mm
<i>Origanum vulgare, virens</i>	Orégano (19)	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Moringa oleifera</i>	Moringa (20)	-	-	-	-	-	-	-	-



Código de cepas: *Bacillus subtilis* ATCC-6633 (**Cepa-1**), *Staphylococcus aureus* ATCC-25923 (**Cepa-2**), *Klebsiella oxytoca*: resistente a 12 antibióticos (**Cepa-3**), *Klebsiella planticola*: resistente a 8 antibióticos (**Cepa-4**), *Serratia marcescens*: resistente a 7 antibióticos (**Cepa-5**), *Bacillus* sp.: resistente a 6 antibióticos (**Cepa 6**), *Neisseria* sp.: resistente a 5 antibióticos (**Cepa 7**), *Morococcus* resistente a 5 antibióticos (**Cepa 8**).

(**B**)=Bacteriostático (-)=No genera inhibición (resistente)

Análisis.

La gran mayoría de los extractos de plantas presentan actividad antibacteriana, ya sea con un halo de inhibición o únicamente evitando la reproducción de la bacteria (bacteriostático) con excepción de los extractos 1,7, 14, 19 y 20 los cuales no generan inhibición en ninguna bacteria ya sea ATCC (cepa control) o cepas multirresistentes a antibióticos.

Al comparar la inhibición en función de la tinción de Gram que presentan las cepas, se determinó que las cepas Gram (+) son más susceptibles a los extractos (entre los cuales destacan los extractos 18, 11, 6, 5 y 2), posiblemente esto se deba a la membrana externa que presentan las bacterias Gram(-) otorgando una mayor resistencia a las sustancias contenidas en el extracto, cabe mencionar que dichas sustancias posiblemente sean flavonas o flavonoides ya que son altamente solubles en acetato de etilo, porque el extracto debería de contenerlas en un mayor porcentaje. Por otro lado la inhibición que generan los extractos indica que las cepas con mayor multirresistencia son menos susceptibles a los extractos, una clara evidencia resulta al comparar *Bacillus subtilis* ATCC-6633 (Cepa-1) y *Bacillus* sp., resistente a 6 antibióticos (Cepa 6), ya que aunque son del mismo género la cepa multirresistente indica una disminución del diámetro de los halos inhibición de los extractos 2,6, 11 y 18 y no presenta actividad bacteriostática de los extractos 4,8, 10, 12, 13, 15 y 16.

El extracto 18 que pertenece a *Origanum* ssp. (Orégano), logró generar un halo de inhibición en todas las cepas utilizadas sin importar si son multirresistentes a antibióticos o no, indicando la existencia de sustancias dentro de la planta que podrían ser utilizadas como antibióticos, o el posible sinergismo de múltiples sustancias en la bacteria, que no causan algún efecto adverso al ser humano ya que es una planta altamente consumida, (al igual que todas las utilizadas en el presente trabajo).



Conclusión.

Los extractos naturales provenientes de plantas medicinales, ejercen una acción antimicrobiana, por lo que la utilización de los extractos probados demostró la efectividad de los aceites de varias plantas que se encuentran en nuestro territorio, mostrando una actividad antimicrobiana. Se logró que dichos extractos lograran inhibir el crecimiento de cepas bacterianas multiresistentes a antibióticos aisladas (de diferentes nichos ecológicos), siendo los más efectivos *Origanum vulgares* sp. (Oregano), *Rosmarinus officinalis* (Romero), *Lippia graveolens* (Orégano mexicano), *Salvia officinalis* (Salvia) y *Tanacetum parthenium* (Santa María).

Referencias.

- Delgado G., Romo de Vivar A. (2015). Temas Selectos de Química de Productos Naturales. Instituto de Química, UNAM: Mexico, D.F.
- Núñez, A., (2017). Aislamiento de sustancias antimicrobianas (posibles bacteriocinas) producidas por bacterias deslizantes (Tesis 20-56), UNAM: Mexico, D.F.
- OMS, (1979). The selection of essential drugs. WHO Technical Report Series 641: 1-44
- National Committee for Clinical Laboratory Standards. Methods for Antimicrobial Susceptibility 1997. Testing of Anaerobic Bacteria. Approved Standard M11- A4. NCCLS, Wayne, PA.

TI12-INCA-056-L

IDENTIFICACIÓN DE LOS FACTORES DE VIRULENCIA (CFA/I, LT Y ST) EN CEPAS DE *Escherichia coli*, AISLADAS DE AGUA Y DE HUMANOS.

¹Lizarraga Medina Maria Jose*, ¹Puc Franco Miguel, ¹Escobedo Ortegón Javier, ¹Concha Valdez Fanny.

¹Laboratorio de Microbiología. C. I. R. “Dr. HideyoNoguchi”. Universidad Autónoma de Yucatán. Av. Itzáes No. 490 x 59. Col. Centro. Mérida, Yucatán, México.

cvaldez@correo.uady.mx

INOCUIDAD Y CALIDAD, INVESTIGACIÓN LICENCIATURA

Resumen.

Las Enfermedades Transmitidas por alimentos (ETA) son reconocidas a nivel mundial y están relacionadas a afecciones gastrointestinales que ocupan el segundo lugar de incidencia en México. Las medidas de inocuidad garantizan la seguridad de los alimentos que consumimos y disminuyen el número de enfermedades que tienen su origen en alimentos contaminados. Entre los agentes causantes de ETA, se ha identificado a *Escherichia coli* enterotoxigénica como el microorganismo más frecuente aislado a nivel mundial.

El objetivo del presente estudio fue determinar la prevalencia de factores de virulencia (CFA/I, LT y ST) en cepas de *Escherichia coli*, aisladas de agua de pozos profundos y de muestras de adultos con diarrea.

Se analizaron un total de 182 cepas, que previamente se habían aislado en otros proyectos, 82 aisladas de agua de pozos profundos y 100 de muestras humanas diarreicas. A todas se les realizó una PCR multiplex para los genes lt (218 pb) y st (147 pb), para la identificación de enterotoxinas, y para la detección de CFA/I, se utilizó la adherencia de las bacterias a esferas de agarosa recubiertas de D-manosa, ya que se sabe la afinidad que existe entre el CFA/I y los residuos de D-manosa.

El patrón de factores de virulencia resultó como sigue: para las cepas aisladas de agua, 10



(32%) fueron lt/st + CFA I, 20 (65%) fueron lt + CFA I y sólo 1 (3%) fue st + CFA I. Y para las cepas aisladas de adultos con diarrea, 26 (69%) cepas fueron lt/st + CFA I, 10 (26%) lt + CFA I y sólo 2 (5%) fueron st + CFA I.

Se concluye la presencia de ETEC en ambas poblaciones, con predominio del gen lt en las cepas de agua y de los genes lt y st en humanos con diarrea. Al ser una bacteria patógena, se sugiere tener especial cuidado en el proceso de potabilización del agua, pues podría ocasionar un eventual brote.

Palabras clave: *E. coli* enterotoxigénica, Inocuidad, ETA, Factor Antigénico de Colonización (CFA/I).

Introducción.

Las enfermedades transmitidas por los alimentos (ETA) se producen por la ingestión de alimentos y/o bebidas contaminados con microorganismos patógenos que afectan la salud del consumidor. La falta de higiene en el proceso de preparación de los alimentos funge como conducta de riesgo que pueden llevar a una ETA por el consumo de alimentos contaminados (González, 2005).

Escherichia coli (*E. coli*) ha presentado brotes importantes de infecciones gastrointestinales comúnmente transmitidas por alimentos, sin embargo, es conocida por ser un patógeno oportunista para el humano, produciendo diferentes cuadros clínicos como la diarrea (Romero, 2007). Dentro de sus categorías patógenas, sobresale *E. coli* enterotoxigénica (ETEC), ya que está asociada a la mayoría de los casos de enfermedad diarreica aguda (EDA) en la población a nivel mundial. Y en México, así como en América Latina es uno de los principales problemas de salud pública, afectando principalmente a los niños menores de 5 años. La virulencia de ETEC se debe a sus mecanismos de patogenicidad, entre los cuales, destacan los organelos que le permiten fijarse al epitelio intestinal (Factores Antigénicos de Colonización o CFAs), y la capacidad de producir dos toxinas: la toxina termolábil (LT) y la toxina termoestable (ST). Estas actúan alterando los mecanismos celulares del AMP cíclico y a la Guanilato ciclasa, desencadenando las acciones secretoras involucradas en la diarrea

(Arias, 2002) (Gómez, 2014) (Farfán, 2016).

E. coli, se puede aislar e identificar tradicionalmente con base en sus características bioquímicas y serológicas; para estudiar sus mecanismos de patogenicidad se puede recurrir a ensayos en cultivos celulares, modelos animales y técnicas de biología molecular como la PCR, que permiten la identificación de los patotipos por medio de genes específicos (Arias, 2002).

Objetivo general.

Determinar la prevalencia de factores de virulencia (CFA/I, LT y ST) en cepas de *Escherichia coli*, aisladas de agua de pozos profundos y de muestras de adultos con diarrea.

Metodología.

Se analizaron un total de 182 cepas de *E.coli*, 82 fueron aisladas de agua de pozos profundos, y 100 cepas aisladas de muestras adultos con diarrea que acudieron al Centro de Salud de Mérida, Yucatán.

Extracción de ADN para la determinación de lt y st: Para la extracción de ADN se empleó el método descrito por Makino y col. (1999). Se utilizó 1.5 mL de un cultivo de TSB. Se centrifugó a 8000 rpm por 5 minutos. Posteriormente, se eliminó el sobrenadante y se resuspendió la pastilla resultante con 500 µL de agua estéril, se centrifugó a 8000 rpm por 5 minutos. Esto se repitió dos veces más. En el lavado final, se resuspendió la pastilla con 250 µL de agua estéril y se sometió a ebullición durante 5 minutos, se centrifugó a 13000 rpm por 8 minutos. Y finalmente, se transfirieron 200 µL del sobrenadante a un tubo nuevo y estéril, y se congeló a -20°C hasta su uso.

Detección de CFA/I por medio de la adherencia bacteriana a esferas de agarosa, recubiertas con D-manosa: Se basó en la metodología propuesta por Jonson y col. (1989), donde se depositó 1 mL del cultivo (en caldo BHI). Se centrifugó a 8000 rpm por 5 minutos. Posteriormente, se eliminó el sobrenadante y se resuspendió la pastilla resultante con 200 µL



de buffer KRT (7.5 g de NaCl, 383 mg KCl, 318 mg de MgSO₄-7H₂O, 305 mg de CaCl₂ y 0.01 M de Tris-HCl con pH total de 7.4). El procedimiento antes mencionado se repitió dos veces más. Después, se resuspendió en 200 µL de buffer KRT para la detección de CFAs. A continuación, se depositó sobre una placa de aglutinación 10 µL de la suspensión bacteriana más 20 µL de una dilución 1:4 de esferas de agarosa recubiertas con D-Manosa en buffer KRT. Las uniones de las bacterias a las esferas de agarosa fueron observadas bajo un microscopio óptico con los aumentos de 10X y 40X.

Detección de los genes lt y st por medio de PCR: Para la detección de los genes de las enterotoxinas por PCR, se realizó de acuerdo a Vidal y col. (2005) para la identificación de lt y según Rúgeles y col. (2010) para st.

Se utilizaron los siguientes iniciadores para lt, con la finalidad de observar un fragmento de amplificación de 218pb:

LTR 5'GCA CAC GGA GCT CCT CAG TC 3'

LTF 5'TCC TTC ATC CTT TCA ATG GCT TT 3'

Y para st, un fragmento de 147 pb:

STR 5'GCTAAA CCA GTA GAG CTC TTC AAA A 3'

STF 5'CCC GGT ACA GAG CAG GAT TAC AAC A 3'

Se preparó la mezcla de reacción para PCR para un volumen final de 30 µL. Se utilizó el programa de amplificación siguiente: 94°C por 2 minutos, (92°C durante 30 segundos, 58°C durante 30 segundos, 72 °C durante 30 segundos) x 35 ciclos, finalmente 72°C por 5 minutos. Una vez finalizada la PCR, los productos de amplificación se analizaron en geles de agarosa al 2% (p/v) teñidos con "SYBR safe DNA gel stain" (Invitrogen), y se visualizaron con un transiluminador de luz UV (UVP).

Resultados.

Con respecto a las 82 cepas de *E. coli* aisladas de agua de pozos profundos, 56 (68%) fueron

identificadas como ETEC. Y de acuerdo a la amplificación de los genes de las enterotoxinas, se obtuvo que el 31% (17) poseen los genes *lt/st*, 64% (36) fueron *lt*, y 5% (3) fueron *st*. Respecto a las 100 cepas de *E. coli* aisladas de adultos con diarrea, el 94% fueron identificadas como ETEC. De este porcentaje, se obtuvo que un 65% (61) posee los genes *lt* y *st*, un 30% (28) fue *lt* y 5% (5) fue *st*, (Figura 1).

Por otra parte, se realizó la identificación de CFA/I en las cepas ETEC positivas, mediante la adherencia a esferas de agarosa, obteniendo distintos grados de la misma, (Figura 2). Treinta y un (55%) cepas ETEC aisladas de agua presentaron adherencia a las esferas de agarosa recubiertas con D-manosa. Dando la siguiente distribución sumado a su patrón de enterotoxinas: 10 (32%) fueron ETEC *lt/st* + CFA I, 20 (65%) fueron ETEC *lt* + CFA I y sólo 1 (3%) correspondió a *st* + CFA I.

Para las cepas de ETEC aisladas de humanos con diarrea, se obtuvo que 38 (40%) cepas fueron positivas a la adherencia a esferas de agarosa, sumado al patrón de enterotoxinas, se encontró lo siguiente: 26 (69%) cepas fueron ETEC *lt/st* + CFA I, 10 (26%) resultaron ETEC *lt* + CFA I, y solamente 2 (5%) fueron ETEC *st* + CFA I.

De acuerdo con los porcentajes obtenidos, se observa que las cepas aisladas de agua tenían un patrón predominante *lt* + CFA I, el 65% de ellas, mientras que, para las cepas aisladas de humanos con diarrea, fue *lt/st* + CFA I, con un 69%.

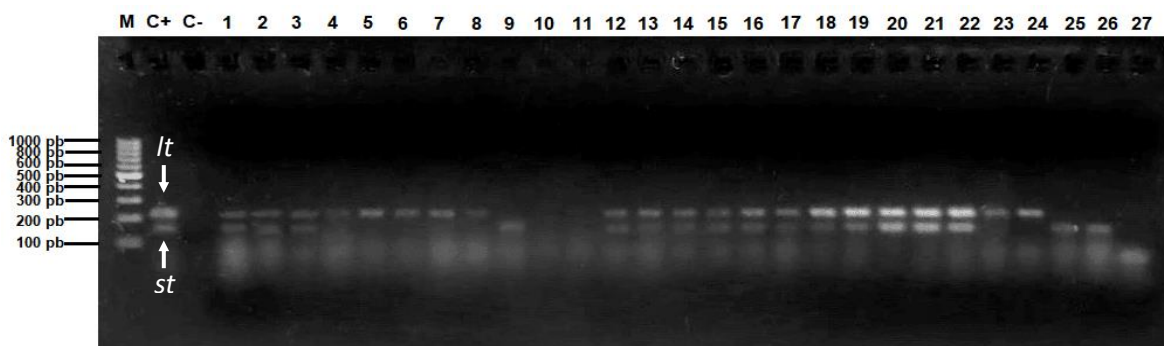


Figura 1. Gel de agarosa al 2% (p/v) para la identificación de ETEC por PCR de los genes *lt* (218 pb) y *st* (147 pb). M: Marcador de 100 pb; C+: Control positivo; C-: Control negativo; **L1-3:** Cepas de agua con los genes *lt/st*; **L4-8:** Cepas de agua con el gen *lt*; **L9:** Cepa de agua con el gen *st*; **L10-11:** Cepas negativas de agua; **L12-22:** Cepas de adultos con diarrea con *lt/st*; **L23-24:** Cepas de adultos con diarrea con *lt*; **L25-26:** Cepas de adultos con diarrea con *st*; **L27:** Cepa negativa de adultos con diarrea.

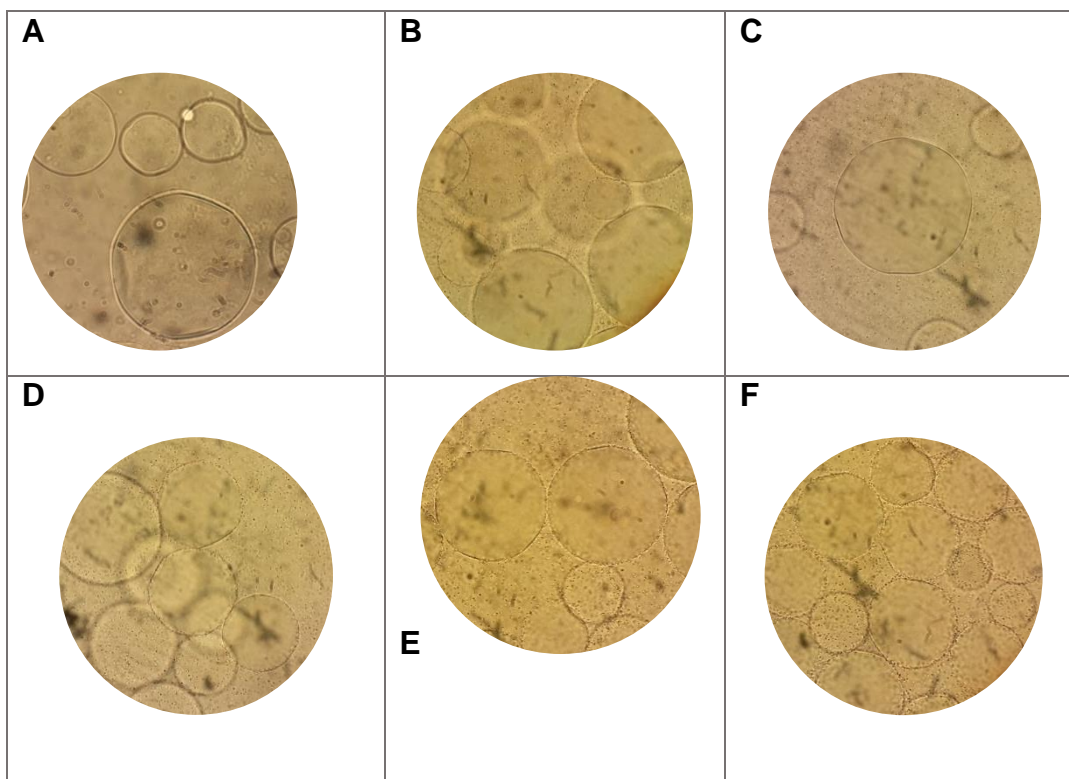


Figura2. Identificación de CFA/I mediante la adherencia a esferas de agarosa recubiertas con D-manosa. **A:** Esferas de agarosa recubiertas con D-manosa sin bacterias; **B:** Control + (ETEC H10407 CFA/I LTST); **C:** Cepa con adherencia negativa; **D:** Adherencia “+”; **E:** Adherencia “++”; **F:** Adherencia “+++”.

Análisis.

El alto porcentaje de cepas identificadas como ETEC aisladas de agua de pozos, resulta relevante. Lothigius y col., (2010) identifican a ETEC como unos de los patógenos más frecuentemente aislados en cuerpos de agua, con un 66.7%. Esto debido a su capacidad altamente adaptativa, que le ha permitido sobrevivir a las condiciones de este ecosistema. Es importante analizar las posibles fuentes de contaminación del agua que se utiliza en Yucatán como fuente de riego e incluso para consumo humano. ETEC ha sido aislada en diferentes matrices, como suelos, superficies, manos de personas, aguas y alimentos. Esto representa un riesgo para la salud ya que la presencia de este indicador fecal, incrementa la transmisión por la vía fecal-oral de este patógeno (Julian, 2015).



Se tuvo un porcentaje elevado de cepas ETEC en adultos con diarrea (94%) en comparación con otros estudios como los realizados por Estrada y col. (2005), que reportaron el 27% de este patotipo.

Los aislamientos de ETEC se han reportado con mayor frecuencia en regiones tropicales y subtropicales con sanidad e higiene deficientes. Con respecto a lo anterior, los países en vías de desarrollo, donde se encuentra catalogado México, son considerados como zonas endémicas de ETEC (Qadri, 2005). Se sabe que las cepas que presentan el patrón “enterotoxina + adherencia”, son aquellas que tienen más posibilidades de ejercer daño en el hospedero (Croxen, 2013) (Flores, 2010) (Li, 2009).

No existen estudios suficientes donde se haya buscado intencionadamente la presencia de estos genes, junto a CFA I, en cepas aisladas de agua. Mientras que, para el caso de las cepas aisladas de humanos con diarrea, se ha determinado que el patrón ETEC con el gen st, es el que más se asocia con CFA I, seguido de ETEC con los genes lt/st, pero esto difiere geográfica y poblacionalmente (Croxen, 2013).

Conclusiones.

Se concluye la presencia de ETEC en ambas poblaciones, con predominio del gen lt en las cepas de agua y de los genes lt y st en humanos con diarrea. Al ser una bacteria patógena, se sugiere tener especial cuidado en el proceso de potabilización del agua, pues podría ocasionar un eventual brote.



Referencias.

- Arias, I., & Huguet, J. (2002). Detección molecular de toxinas termoestable y termolábil de *Escherichia coli* mediante hibridación. *Med Exp Salud Pública*, 193-196.
- Croxen, M., Law, R., Scholz, R., Keeney, K., Wlodarska, M., & Finlay, B. (2013). Recent advance in Understanding Enteric Pathogenic *Escherichia coli*. *Clinical Microbiology*, 822-880.
- Estrada, T., Cerna, J., Pacheco, L., Velázquez, R., Ochoa, T., Torres, J., & DuPont, H. (2005). Drug-resistant Diarrheagenic *Escherichia coli*. *Emerging Inf. Diseases*, 1306-1308.
- Farfán, A., Ariza, S., Vargas, F., & Vargas, L. (2016). Mecanismos de virulencia de *Escherichia coli* enteropatógena. *Patogenia*, 438-450.
- Flores, J., & Okhuysen, P. (2010). Enterotoxigenic *Escherichia coli*. En *Pathogenic Escherichia coli en Latin America*. Betham eBooks, 84-94.
- Gómez, O. (2014). Enfermedad diarreica aguda por *Escherichia coli* patógena en Colombia. *Rev. Infectología*, 577-586.
- González, T., & Rojas, R. (2005). Enfermedades transmitidas por alimentos y PCR: prevención y diagnóstico. *Salud Pública de México*, 388-390.
- Jonson, G., Sánchez, J., & Svennerholm, A. (1989). Expression and Detection of Different biotype-associated Cell-bound Haemagglutinins of *Vibrio cholera* O1. *Med. Microbiology*, 111-120.
- Julian, T., Islam, M., Pickering, A., Roy, S., Fuhrmeister, E., Ercumen, A., Schwab, K. (2015). Genotypic an Phenotypic Characterization of *Escherichia coli* Isolates from Feces, Hands, and Soils in Rural Bangladesh via the Colilert Quanti-Tray System. *Applied an Env. Microbiol.*, 1735-1743.
- Li, Y., Poole, S., Nishio, K., Jang, K., Rasulova, F., McVeigh, A., . . . Xia, D. (2009). Structure of CFA/I fimbriae from enterotoxigenic *Escherichia coli*. *Microbiology*, 10793-10798.



- Lothigijs, Å., & Sjöling, Å. (2010). Survival and gene expression of enterotoxigenic *Escherichia coli* during long-term incubation in sea water and freshwater. *Microbio.*, 1441-1449.
- Makino, S., Kurazono, H., Chongsanguam, M., Hayashi, H., Chuen, H. S., & Shirata, T. (1999). Establishment of the PCR System Specific to *Salmonella* spp. and Its Application for the Inspection of Food and Fecal Samples. *Vet. Med. Sci.*, 1245-1247.
- Qadri, F., Svennerholm, A., Faruque, A., & Bradley, R. (2005). Enterotoxigenic *Escherichia coli* in Developing Countries: Epidemiology, Microbiology, Clinical Features, Treatment, and Prevention. *Clin. Microbiol.*, 465-483.
- Romero, R. (2007). *Microbiología y parasitología humana. Bases etiológicas de las enfermedades infecciosas y parasitarias.* México: Médica Panamericana.
- Rúgeles, L., Bai, J., Martínez, A., Vanegas, M., & Gómez, O. (2010). Molecular characterization of diarrheagenic *Escherichia coli* strains from stools samples and food products in Colombia. *Food Microbiol.*, 282-286.
- Vidal, M., Kruger, E., C, D., Lagos, R., Levine, M., Prado, V., . . . Vidal, R. (2005). Single Multiplex PCR Assay to Identify Simultaneously the Six Categories of Diarrheagenic *Escherichia coli* Associated with Enteric Infections. *Clin. Microbiol.*, 5362-5365.

TI12-INCA-073-L

EXTRACCIÓN SIMULTÁNEA DE ANTIBIÓTICOS DE AGUA APLICANDO LA TÉCNICA DE MICROEXTRACCIÓN CON SORBENTE EMPACADO (MEPS)

¹Mario Daniel del Ángel Hernández*, ¹Idalia Francisca Carmona Alvarado, ¹Juan Ricardo Lucio Gutiérrez, ¹Noemí Waksman de Torres, ¹Norma Cecilia Cavazos Rocha

¹Departamento de Química Analítica. Facultad de Medicina, UANL. Monterrey, N.L.
México. norma.cavazosrc@uanl.edu.mx

INOCUIDAD Y CALIDAD, INVESTIGACIÓN LICENCIATURA

Resumen.

La industria alimenticia requiere gran cantidad de agua para los procesos de fabricación de alimentos. Existen microcontaminantes en el agua como los antibióticos cuya presencia puede causar problemas a la salud humana, así como llevar al desarrollo de cepas de bacterias resistentes. Por ello, es necesario el desarrollo de métodos analíticos sensibles y rápidos, que permitan detectar la presencia de estos agentes. Para ello se requiere un complejo conjunto de extracciones y limpiezas para eliminar o minimizar interferencias, y lograr la mayor recuperación de la matriz. La microextracción con sorbente empacado (MEPS) es una técnica de extracción y limpieza amigable con el medio ambiente, utiliza poca cantidad de muestra y de solventes. El objetivo de este trabajo fue evaluar la eficiencia de la MEPS para la extracción simultánea de ocho antibióticos en agua. Se preparó una mezcla de antibióticos en agua a una concentración de 0.25 µg/mL. Esta mezcla fue extraída con MEPS, en 11 diferentes experimentos de acuerdo a un diseño factorial, en donde se probaron diferentes condiciones de extracción (pH de la mezcla de antibióticos, número de extracciones y número de eluciones). Las soluciones extraídas fueron analizadas por CLAR/UV/Vis. Las condiciones óptimas de extracción fueron: 20 extracciones de una solución de antibióticos a pH=3, y utilizando 2 eluciones para la obtención del extracto. Se obtuvieron recuperaciones desde un 14% para la tetraciclina, hasta un 104% para el trimetoprim. Los resultados obtenidos, hasta el momento, sugieren que la MEPS, por sus bondades, puede ser acoplada



con EFS con el fin de lograr una mayor pre concentración en el proceso de preparación de muestra para el análisis de antibióticos de agua potable por la técnica CLAR UV/Vis.

Palabras clave: antibióticos en agua, extracción simultánea de antibióticos, análisis por CLAR/UV/Vis

Introducción.

El agua tiene distintas aplicaciones en la industria alimenticia; se utiliza en la producción, en la formulación, en el transporte de vegetales, en la generación de vapor, en los servicios sanitarios, en los sistemas de enfriamiento, en el lavado de equipos y maquinaria (Badui,2013). Actualmente, existe un gran interés por la determinación de los llamados contaminantes emergentes, que son productos que se encuentran en pequeñas concentraciones en agua y ambiente, y que potencialmente pueden causar efectos negativos en los seres humanos y organismos acuáticos. Dentro de los contaminantes emergentes se encuentran los antibióticos. Los antibióticos son sustancias químicas ampliamente usadas en la medicina humana y en aplicaciones veterinarias. (Feng et al., 2016), sin embargo, su uso desmedido conduce invariablemente a la propagación de resistencia en microorganismos y el problema está alcanzando niveles alarmantes, ya que, cada vez, estos microorganismos se vuelven más resistentes a fármacos considerados como última línea de defensa (Kupferschmidt, 2016). Existen múltiples reportes de la ocurrencia de antibióticos en aguas (potable, superficial, de plantas tratadoras de aguas residuales) por lo que el análisis de estos agentes es importante para su regulación y su correlación con enfermedades producidas por agentes antibiótico resistentes (Gros et al., 2013; Calero et al., 2016; González et al., 2018). El análisis de antibióticos se lleva a cabo por Cromatografía de Líquidos de Alta Resolución (CLAR) acoplada a detector Ultravioleta (UV), Fluorescencia o Espectrómetro de Masas. Se requiere un complejo conjunto de extracciones y limpiezas para eliminar o minimizar las interferencias, y al mismo tiempo lograr la mayor recuperación de la compleja matriz (Obimakinde et al., 2016). El uso de técnicas verdes permite a los científicos proteger y beneficiar a la economía, la población y el planeta mediante la búsqueda de formas creativas e innovadoras para reducir el desperdicio, conservar la energía y descubrir reemplazos de



sustancias peligrosas (American Chemical Society, 2014). Una de las técnicas verdes es la microextracción con sorbente empacado (MEPS, por sus siglas en inglés). Entre las ventajas más destacadas de la MEPS sobre la extracción en fase sólida (SPE por sus siglas en inglés) se podrían mencionar que las fibras de la MEPS son reutilizables, pueden llegar a utilizarse hasta 100 veces; se requiere poca cantidad de solvente dependiendo de la complejidad de la matriz y puede aplicarse a matrices biológicas, alimentos, aditivos, fármacos, toxicológicas, forenses y medioambientales (Pereira et al., 2014).

La presencia de los antibióticos en agua potable y sus efectos en la salud del ser humano hace necesario su extracción y análisis mediante una metodología analítica que sea eficiente, rápida, económica, sensible y ecológica. La microextracción con sorbente empacado (MEPS) representa una alternativa para lograr la extracción y concentración de los antibióticos en aguas para su análisis.

Objetivo general.

El objetivo de este trabajo fue evaluar la eficiencia de la MEPS para la extracción simultánea de ocho antibióticos en agua.

Objetivos específicos.

1. Desarrollar y validar un sistema cromatográfico para la cuantificación de ocho antibióticos.
2. Optimizar la extracción de los ocho antibióticos con el cartucho C18 de fase inversa
3. Validar el método seleccionado para la extracción simultánea de antibióticos.

Materiales y métodos.

Se preparó una disolución stock individual de 200 µg/mL de cada uno de los siguientes antibióticos: Trimetoprim (TMP), Sulfadimetoxina (SDX), Oxitetraciclina (OXI), Tetraciclina (TETRA), Ciprofloxacina (CIPRO), Enrofloxacina (ENRO), Sulfametoxazol (SMX) y 600 µg/mL para Tilosina (TIL) en metanol. A partir de ellos se preparó una mezcla

intermedia a una concentración de 10 µg/mL para todos los antibióticos, excepto TIL (30 µg/mL). A partir de la mezcla intermedia, y por diluciones adecuadas, se prepararon estándares en un rango de concentración de 0.25 a 5 µg/mL para todos los antibióticos, y de 0.75-15 µg/mL para la TIL. El análisis se realizó en un Cromatógrafo de Líquidos de Alta Resolución HP 1100, equipado con sistema de bombeo cuaternario, automuestreador, sistema de control de temperatura, detector de UV de longitud de onda variable. En la tabla 1 se muestran las condiciones del sistema.

Tabla 1. Condiciones cromatográficas para el análisis por CLAR

Columna	Synergi 4µ RP Phenomenex 150 x 3.00 mm
Fase móvil	A: Ácido Fórmico (AF) 0.1% B: Metanol
Elución	Gradiente
Temperatura de análisis	40°C
Volumen de inyección	10 µL
Detector	UV
Longitud de onda	280 nm

Se preparó una mezcla de antibióticos en agua a una concentración de 0.25 µg/mL. Se realizó un diseño de experimentos en el programa MODDE 12 con la finalidad de encontrar las condiciones óptimas para la extracción. Se tomaron en cuenta las siguientes variables en el nivel bajo y en el nivel alto: pH (3 y 7), mixes (10 y 20) y eluciones (2 y 5). El programa sugirió un set de 11 experimentos en el modo diseño factorial completo de 2 niveles. Se realizaron, por tanto, 11 extracciones de la mezcla de antibióticos, en donde se probaron diferentes combinaciones de extracción (pH de la mezcla de antibióticos, número de extracciones y número de eluciones). Las soluciones extraídas fueron analizadas por CLAR/UV/Vis.

Resultados y discusión.

En la figura 1 se muestra el cromatograma del análisis de la mezcla de antibióticos, y en la tabla 2 los resultados de la validación del sistema.

Extracción con MEPS. La combinación de las variables bajo el diseño factorial completo de 2 niveles arrojó como resultado 11 experimentos de extracción. En todos los experimentos se lograron extraer todos los antibióticos. Se calculó la concentración y el porcentaje de recuperación para cada antibiótico en cada experimento. Posteriormente, los resultados obtenidos (suma de área y porcentaje de recuperación promedio) fueron introducidos en el programa “Modde”, el cual estadísticamente mostró la relevancia de cada factor trabajado. Se presenta el análisis hecho por el MODDE 12 con el modelado con mínimos cuadrados parciales (PartialLeastSquaresPathModeling, PLS-PM por sus siglas en inglés).

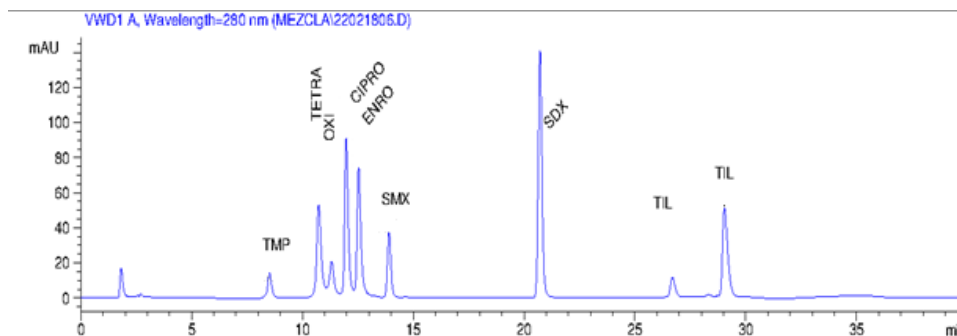


Figura 1. Cromatograma con el orden de elucion de la mezcla de antibióticos.Orden de elucion (t'R): TMP (8.5 min),TETRA (10.73 min), OXI (11.31 min), CIPRO (11.97 min), ENRO (12.53 min), SMX (13.91 min), SDX (20.74 min) y TIL (26.36,26.04 min).

Tabla 2. Validación del sistema cromatográfico

<i>Antibiótico</i>	<i>Linealidad</i> <i>d (µg/mL)</i>	<i>Ecuación de la</i> <i>recta</i>	<i>R²</i>	<i>LD</i> <i>(µg/mL)</i>	<i>LC</i> <i>(µg/mL</i> <i>)</i>	<i>Precisión*</i> <i>RSD</i>
<i>TMP</i>	0,25 -5	Y=41,41X-2,872	0,995	0,02	0,05	5.3
<i>TETRA</i>	0,25 -5	Y=136,55X-16,262	0,995	0,10	0,25	4.4
<i>OXI</i>	0,25 -5	Y=44,06X-5,638	0,993	0,10	0,25	6.2
<i>CIPRO</i>	0,25 -5	Y=202,27X-5,389	0,991	0,10	0,25	8.0
<i>ENRO</i>	0,25 -5	Y=178,88X-7,950	0,991	0,10	0,25	8.0
<i>SMX</i>	0,25 -5	Y=87,036X-4,153	0,997	0,06	0,18	1.2
<i>SDX</i>	0,25 -5	Y=337,70X-6,940	0,999	0,03	0,09	1.7
<i>TIL</i>	0,75-15	Y=65,032X+4,626	0,999	0,17	0,52	1.8

n=3

LD=límite de detección **LC**=límite de cuantificación *****= intermedia, nivel bajo

La figura 2 muestra que la variable de mixes (número de extracciones) en nivel alto aumentará la eficiencia de la extracción de los ocho antibióticos. Posteriormente se corrió el programa en modo Optimizer y dictó las condiciones para la mayor eficiencia de extracción de antibióticos: tomando en cuenta el aumentar la suma de las áreas obtenidas. Las condiciones fueron: pH=3, eluciones (2) y número de mixes (20). Bajo estas condiciones se corrió de nuevo el experimento de recuperación, y los resultados obtenidos se muestran en la tabla 3.

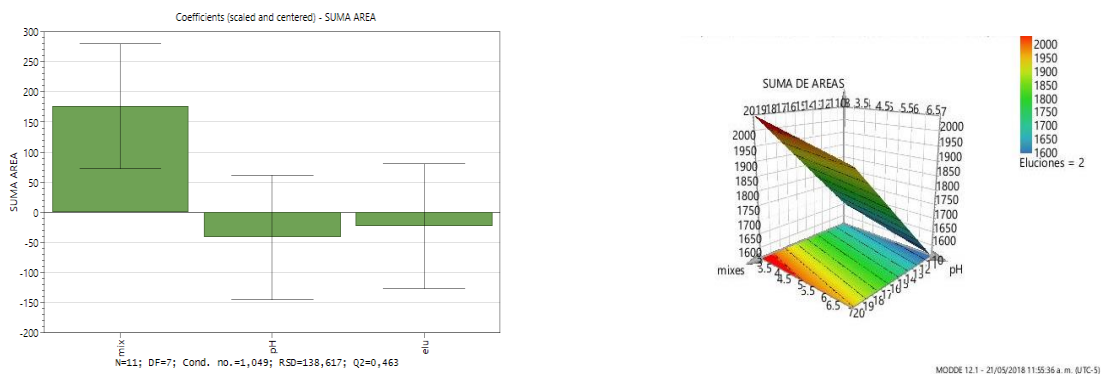


Figura 2. Relevancia de factores de extracción y diagrama de interacción entre las variables



Tabla 3. Recuperaciones obtenidas durante la extracción de antibióticos con MEPS en condiciones óptima.

<i>Antibiótico</i>	<i>Recuperación</i>	<i>RSD</i>
	<i>%</i>	
<i>TMP</i>	39	8.3
<i>TETRA</i>	33	20.9
<i>OXI</i>	39	8.9
<i>CIPRO</i>	37	11.5
<i>ENRO</i>	53	13.6
<i>SMX</i>	55	2.2
<i>SDX</i>	90	4.2
<i>TIL</i>	62	0.9

Conclusiones.

Se desarrolló y validó un método para la cuantificación de TMP, TETRA, OXI, CIPRO, ENRO, SMX, SDX y TIL por CLAR/UV. Con el diseño de experimentos se observó que solo hay un factor relevante bajo las condiciones de trabajo establecidas, que fue el número de mixes. Se logró recuperar los ocho antibióticos con porcentajes entre el 39 % al 90%. Los resultados obtenidos, hasta el momento, sugieren que la MEPS, por sus bondades, puede ser acoplada con EFS con el fin de lograr una mayor preconcentración en el proceso de preparación de muestra para el análisis de antibióticos de agua potable por la técnica CLAR UV/Vis.

Referencias.

- Badui, S. (2014) Química de los alimentos. 5ta edición. Pearson. Ciudad de México; 3-14 p
- Feng, Y. et al. (2016) “A simple and economic method for simultaneous determination of 11 antibiotics in manure by solid-phase extraction and high-performance liquid chromatography.” *J Soils Sediments*; 16[9]: 2242–51. Available from: <http://dx.doi.org/10.1007/s11368-016-1414-5>



- Kupferschmidt, K. (2016) “Long-awaited report outlines how to fight antimicrobial resistance—and how to pay for it” *Revista Digital Science* [en línea]. [Consultada: 11 de febrero de 2019] Disponible en internet: <http://www.sciencemag.org.remoto.dgb.uanl.mx/news/2016/05/long-awaited-report-outlines-how-fight-antimicrobial-resistance-and-how-pay-it>
- González-Gaya, B., Cherta, L., Nozal, L., Rico, A., 2018. An optimized sample treatment method for the determination of antibiotics in seawater, marine sediments and biological samples using LC-TOF/MS. *Sci. Total Environ.* 643, 994–1004. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.06.079>
- Calero-Cáceres, W., Muniesa, M., 2016. Persistence of naturally occurring antibiotic resistance genes in the bacteria and bacteriophage fractions of wastewater. *Water Res.* 95, 11–18. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2016.03.006>
- Gros, M., Rodríguez-Mozaz, S., Barcelo, D., 2013. Rapid analysis of multiclass antibiotic residues and some of their metabolites in hospital, urban wastewater and river water by ultra-high-performance liquid chromatography coupled to quadrupole-linear ion trap tandem mass spectrometry. *J Chromatogr A.* 1292, 173–188.
- Obimakinde, S. et. al. 2016. Veterinary pharmaceuticals in aqueous systems and associated effects: an update. *Environ SciPollut Res* [Internet]. *Environmental Science and Pollution Research*;24[4] 1–24. Available from: <http://dx.doi.org/10.1007/s11356-016-7757-z>
- American Chemical Society. Green Chemistry Definition. American Chemical Society. Last update: 29/01/2014; (2014) Available from: <https://www.acs.org/content/acs/en/greenchemistry/what-is-green-chemistry/definition.html>
- Pereira J, et. al. (2014) “Microextraction by packed sorbent: An emerging, selective and high-throughput extraction technique in bioanalysis.” *Biomed Chromatogr.*;28[6]:839–47.
- WHO. (2017) Agua, saneamiento y salud (ASS). Retrieved from http://www.who.int/water_sanitation_health/mdg1/es/



TI12-INCA-079-L

REPORTE DE CASO: CONTAMINACIÓN CON *Salmonella* DE UN ALIMENTO DE PREPARACIÓN CASERA

¹Concha Valdez Fanny Guadalupe*, ¹Escobedo Ortegón Francisco Javier.

¹C. I. R. “Dr. HideyoNoguchi”. Universidad Autónoma de Yucatán. Av. Itzáes No. 490 x 59. Col. Centro. Mérida, Yucatán, México. cvaldez@correo.uady.mx

INOCUIDAD Y CALIDAD, INVESTIGACIÓN LICENCIATURA

Resumen.

La contaminación de alimentos por microorganismos es un problema a nivel mundial, desde luego mejorar las condiciones sanitarias, ha logrado que este problema disminuya considerablemente, pero no la desaparición total. Entre las bacterias que sobreviven en los alimentos y que conservan una patogenicidad elevada está el género *Salmonella* que produce cuadros gastrointestinales, infecciones e intoxicaciones, por lo que su presencia en alimentos continúa siendo un problema mundial.

El objetivo del presente estudio fue determinar la presencia de *Salmonella* en un alimento de preparación casera involucrado en un brote, mediante PCR, para establecer un diagnóstico oportuno.

Descripción del caso. El alimento que aparentemente estuvo involucrado en este brote de salmonelosis fue un “rollito de cilantro”, que fue ingerido por dos personas en el mismo centro de trabajo y que refirieron haber desayunado a la misma hora. Transcurridas aproximadamente 6 horas, aparecieron los primeros síntomas que fueron dolor abdominal, diarrea recurrente, vómito y aumento de la temperatura corporal. Se tomó una muestra de heces a cada paciente y uno de ellos aún tenía parte del alimento en refrigeración, por lo que fue posible hacer la búsqueda intencionada de *Salmonella* de las tres muestras y determinar la fuente de infección.

Para el aislamiento de *Salmonella*, se procedió hacer el coprocultivo para las dos muestras



de humano y con el alimento se empleó la NOM-114-SSA1-1994. Se realizó la PCR, iniciando con un preenriquecimiento en caldo nitritivo, se incubaron las 3 muestras durante 4 horas a 35-37°C, luego se hicieron las extracciones de ADN y la PCR para el gen *stn* (enterotoxina de *Salmonella*).

Se logró el diagnóstico de Salmonelosis, en el transcurso de 6 horas, mediante la PCR, y el aislamiento de *Salmonella*, después de 3 días, y con la tipificación se estableció que el serotipo involucrado fue Enteritidis.

Se determinó la contaminación del alimento y la eficacia de la PCR como diagnóstico oportuno de *Salmonella*, pues se hizo en el transcurso de pocas horas.

Palabras clave: Salmonella, contaminación, inocuidad, PCR

Introducción.

El acceso a alimentos inocuos y nutritivos en cantidad suficiente es fundamental para mantener la vida y fomentar la buena salud. Los alimentos insalubres que contienen bacterias, virus, parásitos o sustancias químicas nocivas causan más de 200 enfermedades, que van desde la diarrea hasta el cáncer. Se estima que cada año enferman en el mundo unos 600 millones de personas (casi 1 de cada 10 habitantes) por ingerir alimentos contaminados y que 420 000 mueren por esta misma causa. Las enfermedades transmitidas por los alimentos (ETA) son generalmente de carácter infeccioso o tóxico y son causadas por bacterias, virus, parásitos o sustancias químicas que penetran en el organismo a través del agua o los alimentos contaminados. (OMS, 2019)

Un brote de ETA está definido como un incidente en el que dos o más personas presentan una enfermedad semejante después de la ingestión de un mismo alimento, y los análisis epidemiológicos apuntan al alimento como el origen de la enfermedad. (OPS, 2019)

Los alimentos de origen animal son los que con mayor frecuencia se encuentran involucrados en las epidemias y en casos de ETA. Y estos productos son carne bovina, huevos, carne porcina, carne de aves, pescados, crustáceos, moluscos, o productos lácteos. (Yoshida, 2016)



Las bacterias del género *Salmonella* son consideradas uno de los principales microorganismos implicados en las ETA debido que dentro de éste se encuentran especies patógenas que son de importancia en salud pública. La salmonelosis puede ser causada por cualquiera de los más de 2,500 serotipos que existen, aunque los que se aíslan con mayor frecuencia en nuestro país son: *Salmonella* Enteritidis y *Salmonella* Typhimurium, respectivamente. Es una enfermedad aguda de distribución mundial, con variaciones en la frecuencia de serotipos de un país a otro. Afecta a todos los grupos de edad, con mayor incidencia en los extremos de la vida: en menores de cinco años y mayores de 60 años de edad. Esta enfermedad constituye una de las causas más comunes de gastroenteritis en bebés y niños. Tiene una mayor incidencia en los meses de calor y pueden existir, además, portadores asintomáticos. (Figuroa, 2005)

Objetivo general.

Determinar la presencia de *Salmonella* en un alimento de preparación casera involucrado en un brote, mediante PCR, para establecer un diagnóstico oportuno.

Objetivos específicos.

- * Identificar la presencia de *Salmonella* mediante PCR en la muestra de alimento y en las heces de los pacientes con diarrea.
- * Aislar *Salmonella* en la muestra de alimento de acuerdo a la NOM-114-SSA1-1994 y en las heces de los pacientes con diarrea, mediante coprocultivo.

Metodología.

Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR). Para establecer un diagnóstico oportuno se procedió a realizar la PCR, iniciando con un preenriquecimiento en caldo nutritivo, donde incubaron las 3 muestras durante 4 horas a 35-37°C, luego se hicieron las extracciones de ADN y la PCR de acuerdo a lo propuesto por Makino, modificado (1999). Donde se tomaron 1.5 mL del cultivo y se hicieron 3 lavados con agua bidestilada (ab), se resuspendió en 300



μL de ab y se sometió a un choque térmico de 95°C por 5 minutos. Posteriormente se centrifugó a 13,000 rpm durante 8 minutos. Se transfirió el sobrenadante a un tubo limpio y estéril y se usó para la PCR del gen *stn*. Los iniciadores que se utilizaron fueron los siguientes:

stn 5' 5' CTT TGG TCG TAA AAT AAG GCG 3'

stn 3' 5' TGC CCA AAG CAG AGA GAT TCG 3'

Las condiciones de reacción estuvieron de la siguiente manera: 94°C por 5 minutos, (94°C por 1 minuto, 55°C por 1 minuto, 72°C por 1 minuto) por 25 ciclos, 72°C por 5 minutos. El fragmento de amplificación del gen *stn* se visualizó con un tamaño de 260 pb, mediante la tinción con SYBR-Safe DNA gel Stain (Invitrogen).

Aislamiento. Para aislar *Salmonella* del alimento se procedió con base en la NOM-114-SSA1-1994. Se realizó un pre-enriquecimiento en caldo peptonado, seguido de un enriquecimiento selectivo en caldo Tetratonato. Posteriormente, se realizó la siembra en agar SS (*Salmonella-Shigella*), las muestras de heces humanas se inocularon directamente en este agar, y se incubaron a $35 \pm 2^{\circ}\text{C}$ durante 18 a 24 horas. Después se examinaron las placas para buscar la presencia de colonias típicas de *Salmonella*, se tomaron de 3 a 5 y se procedió a la identificación bioquímica.

Resultados y análisis.

Se logró el diagnóstico de *Salmonella*, en el transcurso de 6 horas, mediante la PCR (Figura 1), ya que a pesar de que se utilizó la metodología propuesta por Makino y col. (1999), nosotros decidimos modificarla, ya que ellos utilizan un tiempo de incubación de más de 32 horas mientras que nosotros únicamente utilizamos 4 horas, además que en la extracción del ADN ellos utilizan un choque térmico de 15 minutos y nosotros sólo 5. Esto resulta en la optimización en el tiempo para dar un diagnóstico certero y oportuno. En lo que respecta al aislamiento de *Salmonella*, después de 3 días, ya teníamos las primeras cepas, las cuales fueron enviadas para su serotipificación, al Instituto de Diagnóstico y Referencia

Epidemiológicos de la Secretaría de Salud, donde se estableció que el serotipo involucrado fue *Salmonella* Enteritidis.

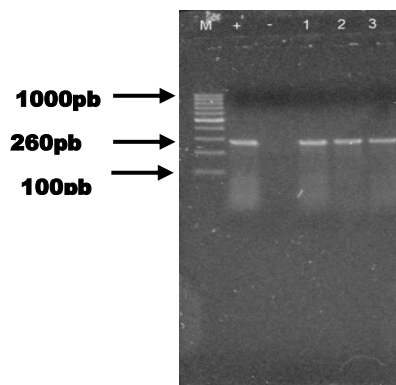


Figura 1.- Detección del gen *stn* en muestras contaminadas con *Salmonella*. Se observa de izquierda a derecha: **M.** Marcador de pares de bases; **Control positivo** *stn* (+). *Salmonella* Typhimurium TML; **Control negativo** (-). *Enterobacter cloacae*; **1, 2.** Muestras de humano y **3.** Alimento origen del brote. Todos amplificaron el fragmento de 260 pb del gen *stn* de la enterotoxina de *Salmonella*.

Conclusiones.

Se determinó la contaminación del alimento hecho a base de cilantro, con lo cual se determinó que posiblemente las malas prácticas de desinfección del mismo, hayan llevado a la presencia del patógeno al producto final, ocasionando un brote. Además quedó demostrada la eficacia de la PCR para diagnóstico oportuno de *Salmonella*, pues se hizo en el transcurso de pocas horas, lo cual llevó a dar un tratamiento certero.



Referencias.

- Figuerola, O.; Verdugo, R. (2005) Mecanismos moleculares de patogenicidad de Salmonella sp. Rev. Latinoam. Microbiol. 47, 25-42
- Makino, S.; Kurazono, H.; Chongsangum, M.; Hayashi, H.; Chuen, H.; Suzuki, S.; Shirahata, T. (1999) Establishment of the PCR System Specific to Salmonella spp and Its Application for the Inspection of Food and Fecal Samples. J. Vet. Med. Sci. 61, 1245-1247.
- Organización Mundial de la Salud. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/food-safety> (4 de junio de 2019). Consultado agosto de 2019.
- Organización Panamericana de la Salud. http://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=10836%3A2015-enfermedades-transmitidas-por-alimentos-eta&catid=7678%3Ahaccp&Itemid=41432&lang=es. Consultado agosto 2019.
- Yoshida, C.; Gurnik, S.; Ahmad, A.; Blimkie, T.; Murphy, S.; Kropinski, A.; Nash, J. (2016). Evaluation of Molecular Methods for Identification of Salmonella Serovars. J. Clin. Microbiol. 54, 8, 1992-1998.

TI12-INCA-082-PM

ESTRATEGIA DE IDENTIFICACIÓN DE GLÚCOSIDOS DE ESTEVIOL EN UN CULTIVO DE RAÍCES EN SUSPENSIÓN DE *Stevia rebaudiana*.

¹Alvarado-Orea I.V., ²Huerta-Heredia A.A., ³Paniagua-Vega D. *

¹División de Estudios de Posgrado y ²CONACyT-UNPA. Instituto de Biotecnología. Universidad del Papaloapan, Av. Circuito Central No. 200 Col. Parque Industrial. Tuxtepec, Oaxaca, México. CP. 68301. ³CONACyT-UANL. Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Medicina, Departamento de Química Analítica, Nuevo León, México. CP. 64460. Correo electrónico: dpaniaguavega@gmail.com

INOCUIDAD Y CALIDAD, INVESTIGACIÓN POSGRADO MAESTRÍA.

Resumen.

Los glucósidos de esteviol (GEs) son edulcorantes naturales no calóricos con demanda comercial creciente. A nivel mundial se ha confirmado que su uso general es seguro. La principal fuente de obtención de GEs son las hojas de *Stevia rebaudiana*. Las raíces de las plantas son capaces de producir GEs, pero en el cultivo de raíces adventicias *in vitro* en suspensión (CRAIS) se discute sobre su capacidad biosintética. El objetivo del presente trabajo fue establecer una metodología de extracción, limpieza y análisis por infusión directa al módulo de masas en tándem con trampa de iones e ionización por electroespray (DFI-ESI-IT-MSn) que permita confirmar la capacidad biosintética de GEs en una línea de CRAIS de *S. rebaudiana*. Los resultados obtenidos fueron los siguientes: se estableció un sistema de extracción hidrometanólica, seguido de una limpieza del extracto por extracción sólido líquido (SPE) con acetonitrilo-agua y el análisis de los extractos por espectrometría de masas permitió identificar los siguientes GEs: esteviosido, rebaudiosido A y esteviol/isoesteviol. Estos resultados confirmaron la capacidad de biosíntesis de GEs en CRAIS de *Stevia rebaudiana*.

Palabras clave: Glucósidos de esteviol, SPE, DFI-ESI-IT-MSn, cultivo de raíces adventicias

in vitro en suspensión.

Introducción.

Los glucósidos de esteviol (GEs) son edulcorantes naturales no calóricos. A nivel mundial se ha confirmado que su uso general es seguro (JECFA, 2016) y se pronostica que en 2022 el mercado de GEs será de alrededor de USD 506 millones (ASKCI, 2017). Adicionalmente, se han reportado diferentes actividades biológicas de los GEs como glucoreguladora, hipotensora, anti-inflamatoria y anticancerígena (Momtazi et al. 2017). La principal fuente de obtención de GEs son las hojas de *Stevia rebaudiana*. Debido a la importancia de la producción de GEs a partir de *S. rebaudiana*, diferentes estudios han reportado el uso de cultivos *in vitro* en raíces como lo son: raíces transformadas en suspensión (Pandey et al., 2016) y raíces adventicias en suspensión (Reis et al., 2011; Lopes et al., 2016; Reis et al., 2017; Ghazal et al., 2018; Ahmad et al., 2018). Sin embargo, para el cultivo de raíces adventicias *in vitro* en suspensión (CRAIS) se discute sobre su capacidad biosintética.

El interés en la producción de GEs en CRAIS es debido a que facilitaría el control de calidad (al mantener un perfil de producción estable), ayudaría a la inocuidad del producto (al evitar las contaminaciones propias del cultivo agrícola o convencional) y podría ser escalado a cultivo en biorreactor. Por tanto, es importante evaluar una estrategia de extracción y análisis que aporte información sobre la producción de GEs en CRAIS de raíces de *S. rebaudiana*.

Objetivo general.

Establecer una metodología de extracción, limpieza y análisis por cromatografía de capa fina e infusión directa al módulo de masas en tándem con trampa de iones e ionización por electroespray (DFI-ESI-IT-MSn) que permita confirmar la capacidad biosintética de GEs en un CRAIS de *S. rebaudiana*.

Objetivos específicos.

Establecer un cultivo de raíces adventicias *in vitro* en suspensión de *Stevia rebaudiana*,



2) establecer una estrategia de extracción y limpieza por extracción sólido líquido de glucósidos de esteviol, 3) analizar los extractos de glucósidos de esteviol por cromatografía de capa fina e infusión directa al módulo de masas en tándem con trampa de iones e ionización por electroespray.

Materiales y métodos.

Establecimiento del cultivo de raíces adventicias in vitro en suspensión. Para el establecimiento de las raíces en medio líquido se colocaron 1.2 g (peso fresco) de explantes de las raíces provenientes de plántulas *in vitro* de *S. rebaudiana* (Sánchez et al., 2019) en matraces Erlenmeyer de 125 mL con 50 mL de medio Murashige & Skoog (MS) a la mitad de concentración (Murashige y Skoog, 1962), suplementado con 2% (p/v) de sacarosa y 0.5 mg/L de ácido indolbutírico (IBA), se ajustó el pH a 6.3 previo a la esterilización. Las raíces se mantuvieron en fotoperiodo 16/8 (luz/oscuridad) a $25 \pm 2^\circ\text{C}$ a 110 rpm de agitación orbital.

Extracción y limpieza de glucósidos de esteviol. La extracción de GEs a partir de CRAIS de *S. rebaudiana* se realizó de acuerdo a la metodología reportada por Bondarev et al., (2001). La biomasa se liofilizó, se pulverizó y los GEs se extrajeron dos veces de forma sucesiva con metanol-agua (80:20 v/v), en una relación de 10 mL por cada gramo de biomasa (10:1) y se sonicó por 30 min. Posteriormente, se centrifugó por 15 min a 3500 rpm. Se recuperó el sobrenadante y se llevó a sequedad. Para la limpieza del extracto de GEs se utilizaron cartuchos Chromabond® C18 ec (500 mg), siguiendo la metodología de Wöelwer-Rieck et al., (2010) con algunas modificaciones. Los cartuchos se limpiaron con 3 mL de metanol, se acondicionaron con 6 mL de agua y la muestra disuelta en acetonitrilo:agua (10:90) se incorporó al cartucho, se eluyó con 3 mL de agua, 3 ml de acetonitrilo:agua (10:90), se llevó a sequedad por flujo de aire durante 15 min. Los Ges se recuperaron eluyendo con 3 mL de acetonitrilo:agua 80:20. Esta fracción se llevó a sequedad hasta llegar a peso constante.

Cromatografía de capa fina. Los extractos de raíces de *Stevia rebaudiana* fueron suspendidos en metanol:agua (80:20 v/v), se aplicaron en placa de silica gel 60 F254. Se utilizaron como estándares el rebaudiosido A (1432- Sigma Aldrich) y esteviosido (50956- Sigma Aldrich). Con una fase móvil de acetato de etilo-etanol-acetona-agua (15:3:6:6)

(Londhe y Nanaware, 2013). Las placas se asperjaron con ácido fosfomolibdico diluido, seguido de un calentamiento de 2 a 4 min. La identificación de los GEs en las muestras se comprobó por comparación de los factores de retención con los estándares.

Análisis de GEs por DFI-ESI-IT-MSn. Los datos espectrales de masas fueron obtenidos por la técnica de infusión directa de las muestras en un espectrómetro de masas con trampa de iones LCQ Fleet (Thermo, San Jose, CA, USA) y una interface por electrospray (Thermo, San Jose, CA, USA) (DFI-ESI-IT-MSn) en modo negativo. A una temperatura de capilar de 280°C, voltaje de spray de 5.00 kV, votaje del capilar de -35 V, lentes de enfoque a -100 V, a un flujo de 10 μ L/min y una energía de colisión de entre 20 y 30%. Las muestras se analizaron adicionalmente mediante experimentos MS/MS con energía de colisión de entre 20-30% y un tiempo de activación de 30 ms hasta que ceso la fragmentación. Los iones resultantes fueron identificados utilizando sus espectros de masas en comparación con estándares y datos previamente reportados en la literatura.

Resultados y análisis.

En este trabajo se establecieron condiciones de crecimiento para el cultivo de raíces adventicias *in vitro* en suspensión (CRAIS) de *S. rebaudiana*, Figura 1A. Se observó que las raíces tomaron una coloración verde debido a las condiciones de crecimiento en fotoperiodo 16/8 h luz/oscuridad, además la producción de biomasa máxima alcanzada durante los 25 días de la cinética de crecimiento fue de 10 gp.s./L.

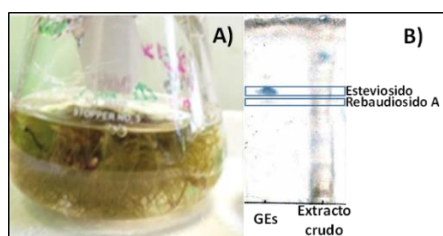


Figura 1. Cultivo *in vitro* y análisis por cromatografía de capa fina (TLC) donde; A) cultivo de raíces adventicias *in vitro* en suspensión (CRAIS) de *Stevia rebaudiana* a los 25 días de cultivo y B) identificación por TLC de glucósidos de esteviol (GEs) en el extracto crudo de CRAIS de *Stevia rebaudiana*.



Respecto a la producción de GEs en un primer análisis del extracto crudo por espectrometría de masas no fue posible su identificación. Se procedió a realizar un análisis por cromatografía de capa fina donde se comparó el factor de retención de los estándares esteviosido y rebaudiosido A con señales del extracto crudo. Y fue posible ver señales que correspondían al cargar la placa de TLC con 48 µg de extracto crudo Figura 1B.

Tabla 1. Análisis de iones precursores y sus fragmentos correspondientes obtenidos por DFI-ESI-IT-MSn (en modo negativo) de extractos de cultivo de raíces adventicias *in vitro*

[M-H] ⁻	Fragmentos mayores			Sustancia
	MS ²	MS ³	MS ⁴	
803	641 ; 624; 461; 317	479 ; 413; 521; 593	317	esteviosido ^a
965	803	ND	ND	rebaudiosido ^a
317	249 ; 273; 299; 231	180 ; 113; 205	ND	esteviol/isoesteviol ^b

a Compuestos identificados conclusivamente por comparación con estándares.

b Compuestos identificados tentativamente con referencias: Gardana et al., 2010; Shafii et al., 2012.

ND no determinado.

Estos resultados evidenciaron la baja cantidad de Ges. Para quitar interferencias, se realizó la limpieza del extracto crudo por medio de extracción en fase sólida (SPE) y finalmente, para alcanzar la intensidad de los fragmentos necesaria para la identificación en el análisis por DFI-ESI-IT-MSn, fue necesario incrementar la concentración de la muestra de 10 ppm (que es la concentración habitual) a 30 ppm. Con esta estrategia combinada de espectrometría de masas y extracción en fase sólida se logró identificar los GEs; esteviósido, el rebaudiósido A y esteviol/isosteviol (Tabla 1).



Conclusiones y recomendaciones.

El método utilizado para la extracción, limpieza y análisis del presente trabajo permitió validar la capacidad de biosíntesis de GEs en el cultivo de raíces en suspensión de *S. rebaudiana*. Se recomienda realizar la validación del método establecido y continuar con la etapa de cuantificación. Por otra parte, también se recomienda evaluar diferentes condiciones de cultivo, adición de agentes que induzcan una mayor producción de GEs y su establecimiento en biorreactor; lo que permitirá establecer un sistema con una producción estable e inocuo para la obtención de GEs.

Referencias.

- Ahmad N, Rab A, Ahmad N, Fazal H (2018) Differential pH-induced biosynthesis of steviol glycosides and biochemical parameters in submerge root cultures of *Stevia rebaudiana* (Bert.). Sugar Tech 20: 100-104.
- ASKCI Consulting Co. Ltd. (2017) Research and Markets. Market Research on Stevioside in China 2017-2022.
- Bondarev N, Reshetnyak O, Nosov A (2001) Peculiarities of diterpenoid steviol glycoside production *in vitro* cultures of *Stevia rebaudiana* Bertoni. Plant Sci 161(1):155-163.
- Ghazal B, Saif S, Farid K, Khan A, Rehman S, Reshma A, Fazal H, Ai M, Rahman L, Ahmad N (2018) Stimulation of secondary metabolites by copper and gold nanoparticles in submerge adventitious root cultures of *Stevia rebaudiana* (Bert.). IET nanobiotechnology 12(5): 569-573.
- JECFA: The Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (2017) Compendium of Food Additive Specifications of the 84th Meeting of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA).
- Londhe SV and Nanaware SM (2013) HPTLC method for simultaneous analysis of stevioside and rebaudioside-A in *Stevia rebaudiana*. J AOAC Int 96(1): 24-6.
- Lopes SMS, Francisco MG, Higashi B, de Almeida RTR, Krausová G, Pilau EJ, Gonçalves



- JE, Gonçalves RAC, de Oliveira AJB (2016) Chemical characterization and prebiotic activity of fructo-oligosaccharides from *Stevia rebaudiana* (Bertoni) roots and in vitro adventitious root cultures. *Carbohydr polym* 152: 718-725.
- Momtazi-Borojeni AA, Esmaili SA, Abdollahi E, Sahebkar A (2017) A review on the pharmacology and toxicology of steviol glycosides extracted from *Stevia rebaudiana*. *Curr Pharm Des* 23: 1616-1622.
- Murashige T and Skoog F (1962) A revised medium for rapid growth and bioassay with tissue culture. *Physiol Plant* 15: 473-49.
- Pandey H, Pandey P, Pandey SS, Singh S, Banerjee S (2016) Meeting the challenge of stevioside production in the hairy roots of *Stevia rebaudiana* by probing the underlying process. *Plant Cell Tissue Organ Cult* 126: 511-521.
- Reis RV, Borges APPL, Chierrito TPC, de Souto ER, de Souza LM, Iacomini M, Gonçalves RAC (2011) Establishment of adventitious root culture of *Stevia rebaudiana* Bertoni in a roller bottle system. *Plant Cell Tissue and Organ Cult* 106(2): 329-335.
- Reis RV, Chierrito TPC, Silva TFO, Albiero ALM, Souza LA, Goncalves JE, Oliveira AJB, Goncalves RAC (2017). Morpho- anatomical study of *Stevia rebaudiana* roots grown *in vitro* and *in vivo*. *Rev Bras Farmacogn* 27: 34-39.
- Sánchez-Cordova Á, Capataz-Tafur J, Barrera-Figueroa B, López-Torres A, Sanchez-Ocampo PM, García-López E, Huerta-Heredia AA (2019) *Agrobacterium rhizogenes*-mediated transformation enhances steviol glycosides production and growth in *Stevia rebaudiana* plantlets. *Sugar Tech* 21(3): 398-406.
- Wöelwer-Rieck U, Lankes C, Wawrzun A, Wust M (2010). Improved HPLC method for the evaluation of the major steviol glycosides in leaves of *Stevia rebaudiana*. *Eur Food Res Technol* 231(4): 581-588.



APOYO A LA SOCIEDAD



TI12-APOS-038-L

ANÁLISIS DE HáBITOS ALIMENTARIOS Y FRECUENCIA DE CONSUMO DE ALIMENTOS EN TIXMEHUAC, YUCATÁN

¹Andrea Campos Herrera, ¹Jonatan Uuh Narváez*, ¹Luis Fernando Morales Mendoza,
¹Maira Rubí Segura Campos

¹Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán. Periférico Norte Km. 33.5, Tablaje Catastral 13615, Col. Chuburná de Hidalgo Inn, Mérida, Yucatán, México.
Correo electrónico: camposh.andrea@hotmail.com, maira.segura@correo.uady.mx

APOYO A LA SOCIEDAD, SOCIAL LICENCIATURA

Resumen.

A lo largo de la vida se adquieren hábitos alimentarios influenciados por factores ambientales, socioculturales y económicos. Éstos, son fundamentales para definir una dieta de calidad y con adecuado aporte de todos los nutrimentos, siendo pieza clave para la prevención de enfermedades, tales como las crónico-degenerativas (ECD). En los últimos años, la calidad de las dietas ha disminuido debido a que, los hábitos alimentarios se han visto afectados por transformaciones sociales impuestas por la modernidad. Existe evidencia que, el consumo cotidiano de alimentos recomendados como frutas, verduras, leguminosas y cereales de grano entero, está asociado con menor riesgo de sobrepeso y obesidad. Por el contrario, los alimentos no recomendados como frituras, cereales refinados y refrescos embotellados, se asocian con el incremento del riesgo de sobrepeso y obesidad. De acuerdo con ENSANUT 2016, México registra altos porcentajes de sobrepeso y obesidad (72.5%), lo cual está relacionado con la aparición de ECD. Resulta importante estudiar los hábitos alimentarios, de comunidades rurales como Tixmehuac, Yucatán con el fin de, identificar posibles factores de riesgo para la salud e implementar estrategias que contribuyan a la mejora del estado nutricional. El objetivo fue analizar los hábitos alimentarios y frecuencia de



consumo de alimentos de Tixmehuac, Yucatán. Así, se realizó un muestreo aleatorio simple a 30 adultos de la zona céntrica, se aplicó una encuesta de hábitos alimentarios y frecuencia de consumo de alimentos. Los datos obtenidos se analizaron con el programa estadístico SPSS 20. Los alimentos de consumo diario fueron tortillas, pan, galletas, refrescos embotellados y leche. Los alimentos consumidos 3 o menos veces por semana: frutas y verduras, leguminosas y alimentos de origen animal. Los resultados demuestran un mayor consumo cotidiano de alimentos no recomendables y un menor consumo de alimentos recomendables. Esto sugiere que, los hábitos alimentarios de la comunidad podrían ser un factor de riesgo para la salud y el desarrollo de ECD.

Palabras clave. Hábitos alimentarios, frecuencia, Tixmehuac, Yucatán, ECD

Introducción.

En la sociedad actual, la alimentación es un fenómeno biosociocultural en el que, a lo largo del tiempo, los procesos de obtención, conservación, preparación y consumo de los alimentos han definido la manera de vivir de una comunidad (Milena & Patiño, 2010). Los hábitos alimentarios se pueden describir como patrones rutinarios de consumo alimentario; son tendencias a elegir y consumir determinados alimentos y excluir otros. Estos patrones alimentarios seguidos por un individuo, se ven influenciados por el estilo de vida y dependen de factores socioculturales y económicos (Munárriz & Alvarez de Luis, 2009). Los hábitos alimentarios saludables, cumplen un papel importante en pro de una vida saludable y son fundamentales para definir una dieta correcta que aporte todos los nutrimentos esenciales. Sin embargo, en los últimos años la alimentación se ha visto afectada por cambios drásticos ocurridos debido a las transformaciones sociales impuestas por la modernidad. Con esto, la mayor accesibilidad a los alimentos industrializados conlleva a problemas de salud y cambios en los hábitos alimentarios y en el estilo de vida, sobre todo en el medio rural y en las zonas marginadas, donde la alimentación tradicional sufre transformaciones por la introducción de nuevos productos, dando como resultado un mayor consumo de azúcares, grasas saturadas y sodio, así como un menor consumo de alimentos ricos en fibra y vitaminas. De igual forma



el estado socioeconómico puede ser un factor limitante para el acceso a diversos alimentos y esto puede verse reflejado en una dieta poco variada e insuficiente en nutrimentos. En consecuencia, estos factores se encuentran asociados a un incremento en las tasas de sobrepeso y obesidad en todos los grupos de edad para ambos sexos, y también al riesgo de morbimortalidad por enfermedades crónico-degenerativas (ECD) como las dislipidemias, la diabetes mellitus tipo 2, la hipertensión arterial y las enfermedades del corazón (Marín et al., 2014). De acuerdo con ENSANUT 2016, en México la prevalencia combinada de sobrepeso y obesidad registra altos porcentajes (72.5%). En las localidades rurales, la prevalencia de sobrepeso presenta un porcentaje elevado (84%). Lo cual hace necesario atender este problema creciente y así, poder llegar a una solución de manera eficiente y efectiva (Baltazar et al., 2014). De acuerdo a lo anterior, resulta importante estudiar los hábitos alimentarios de comunidades rurales como Tixmehuac, Yucatán con el fin de identificar posibles factores de riesgo para la salud e implementar estrategias que contribuyan a la mejora del estado de nutrición de los habitantes.

Objetivo general.

Analizar los hábitos alimentarios y frecuencia de consumo de alimentos de Tixmehuac, Yucatán.

Metodología.

Se realizó un muestreo aleatorio simple a 30 adultos que se encontraban en la zona céntrica de la comunidad de Tixmehuac a los cuáles se les aplicó una encuesta de hábitos alimentarios. Se obtuvo el coeficiente de variación (CV) de la frecuencia de consumo de alimentos. Los datos obtenidos se analizaron con el programa estadístico SPSS 20.



Resultados.

La Tabla 1 presenta los resultados de los platillos que se suelen consumir cotidianamente en la comunidad de Tixmehuac. El platillo de mayor consumo en el desayuno es el pan o galletas con café (37%), en la comida platillos elaborados con pollo (34%) y en la cena panuchos (14%). El huevo con tortilla fue el platillo que se suele estar presente en las tres comidas; en el desayuno (29%), comida (11%) y cena (12%).

Tabla 1. Platillos de consumo cotidiano en el desayuno, comida y cena.

Desayuno		Comida		Cena	
Platillo	%	Platillo	%	Platillo	%
Galletas o pan con café/leche	37	Platillos elaborados con pollo (escabeche, pollo asado, sopa de pollo)	34	Huevo con tortilla	12
Huevo con tortilla	29	Frijol con puerco	11	Pan dulce con café o leche	10
Restos de comida del día anterior	6	Huevo con tortilla	11	Panuchos	14
Otros	28	Puchero	8	Restos de comida	12
		Otros	36	Otros	52

En la tabla 2 se presentan los resultados de la frecuencia de consumo de alimentos. Los alimentos con mayor consumo diario fueron: tortilla, barra de francés, galletas, refrescos embotellados y leche. Los alimentos consumidos 3 o menos veces por semana fueron: frutas y verduras, leguminosas y alimentos de origen animal (huevo, leche, carne). De acuerdo al CV obtenido en la Tabla 3, se observa que, el alimento que presenta mayor dispersión es la tortilla, seguido de las leguminosas y la carne. Sin embargo, no se identificaron correlaciones significativas.

Tabla 2. Frecuencia de consumo de alimentos a la semana.

<i>Veces por semana</i>	<i>Frutas y verduras</i>	<i>Tortillas</i>	<i>Barra de francés</i>	<i>Galletas</i>	<i>Leguminosas (Ibes, X'pelon, frijoles, lentejas)</i>	<i>Huevo</i>	<i>Leche</i>	<i>Carne (pollo, puerco)</i>	<i>Refrescos embotellados</i>
1 a 3	39	0	19	10	101	18	16	45	17
4 a 6	8	1	1	7	5	10	3	11	2
Todos los días	13	29	10	13	14	2	11	4	11
n=	60	30	30	30	120	30	30	60	30

Tabla 3. Coeficiente de variación (CV) de la frecuencia de consumo de alimento.

<i>%</i>	<i>Barras de francés</i>	<i>Carne (pollo, puerco)</i>	<i>Frutas y verduras</i>	<i>Galletas</i>	<i>Huevo</i>	<i>Leche</i>	<i>Leguminosas</i>	<i>Refrescos embotellados</i>	<i>Tortillas</i>
CV	70.341	83.194	66.992	24.495	63.829	53.368	95.846	60.330	191.214

Análisis.

La comunidad de Tixmehuac, Yucatán presentó elevado consumo de cereales como la tortilla, las galletas y la barra de francés. Por el contrario, se encontró un bajo consumo de alimentos ricos en fibra y proteína, tales como frutas, verduras, carne y leguminosas. Al igual que en esta investigación, ENSANUT reporta bajos porcentajes de consumidores de verduras y frutas (<30% de la población). Existe evidencia que, el consumo cotidiano de frutas, verduras, leguminosas, lácteos, huevo y cereales de grano entero, está asociado con menor riesgo de sobrepeso y obesidad. Por el contrario, el consumo frecuente y cotidiano de alimentos industrializados, alimentos fritos, botanas, cereales de harina refinada y refrescos embotellados, está asociado con el incremento del riesgo de sobrepeso y obesidad, así como con las ECD (Gaona-Pineda et al., 2018). Los resultados demuestran un mayor consumo cotidiano de alimentos no recomendables y un menor consumo de alimentos recomendables.



Por lo tanto, es necesario profundizar en el estudio de factores sociodemográficos relacionados con el acceso a alimentos saludables.

Conclusiones y/o recomendaciones.

Los hábitos alimentarios y una dieta basada en el consumo frecuente de alimentos no recomendados como cereales de harina refinada y bajo consumo de alimentos como frutas, verduras, leguminosas y cereales de grano entero, contribuyen al desarrollo de sobrepeso y obesidad en la población. Esto sugiere que, los hábitos alimentarios de la comunidad de Tixmehuac podrían ser un factor de riesgo para su salud y el desarrollo de ECD. Por lo tanto, es necesario implementar acciones encaminadas a la prevención de las ECD en la comunidad y establecer la educación en salud como una herramienta que contribuya en la adopción de hábitos alimentarios saludables.

Referencias.

- Baltazar, R. G., Cortés, S. L., Rodríguez, G. A., Estrada, M. C., Santacruz, G. H., & González, L. H. (2014). Enfermedades crónico-degenerativas en profesionales de salud en Guadalajara (México). *Salud Uninorte*, 30(3), 302–310.
- Gaona-Pineda, E. B., Martínez-Tapia, B., Arango-Angarita, A., Valenzuela-Bravo, D., Gómez-Acosta, L. M., Shamah-Levy, T., & Rodríguez-Ramírez, S. (2018). Consumo de grupos de alimentos y factores sociodemográficos en población mexicana. *Salud Pública de México*, 60
- Marín Cárdenas, A., Sánchez Ramírez, G., & Maza Rodríguez, L. (2014). Prevalencia de obesidad y hábitos alimentarios desde el enfoque de género: el caso de Dzutóh, Yucatán, México. *Estudios Sociales: Revista de Investigación Científica*, 22(44), 65–90.
- Milena, S., & Patiño, F. (2010). Aportes De La Sociología Al Estudio De La Alimentación Familiar. *Luna Azul*, (31), 139–155.



Munárriz, L. Á., & Alvarez de Luis, A. (2009). Estilos de vida y alimentación. *Gazeta de Antropología*, 25(1), 14.



TI12-APOS-048-L

ANÁLISIS ECONÓMICO DE LOS HÁBITOS ALIMENTARIOS DE LA POBLACIÓN DE TIXMÉHUAC, YUCATÁN

¹Andrea Campos Herrera, ¹Jonatan Uuh Narváez, * ¹Luis Fernando Morales Mendoza,
¹Maira Rubí Segura Campos

¹Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán. Periférico Norte Km. 33.5, Tablaje Catastral 13615, Col. Chuburná de Hidalgo Inn, Mérida, Yucatán, México. C.P. 97203. Correo electrónico: maira.segura@correo.uady.mx

APOYO A LA SOCIEDAD, SOCIAL LICENCIATURA

Resumen.

En el marco de la agenda de desarrollo sostenible de la ONU, varios proyectos se han desarrollado para cumplir el objetivo de garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades. Sin embargo, aún es necesario profundizar y analizar otros enfoques relacionados con este tema. Un ejemplo claro de esto es, el gasto diario que destinan las familias en la compra de productos chatarra o industrializados cuyo consumo se ha comprobado que aumenta el riesgo de contraer una ENT. Desafortunadamente, en las comunidades rurales es donde se presenta un marcado comportamiento en el consumo y gasto de este tipo de productos. Es en este contexto que este trabajo tiene como objetivo analizar el gasto realizado por familias de una comunidad rural, específicamente, Tixméhuac, Yucatán. Para lograr este objetivo se realizaron encuestas de hábitos alimentarios para conocer los productos más consumidos y el lugar donde son adquiridos. Posteriormente, se elaboraron estadísticas y cálculos, además de diferentes escenarios para conocer el impacto de esos hábitos en la salud y en el gasto familiar. Los resultados muestran que, una gran parte del ingreso de las familias es gastado en productos industrializados o chatarra. Además, si las familias recibieran una capacitación de ahorro familiar y planificación de gastos, sus ingresos y su salud se vería beneficiada al consumir productos regionales y cultivados para el auto-consumo.



Palabras clave: Comunidad rural, alimentación saludable, gastos, enfermedades no transmisibles

Introducción.

En 2015, líderes mundiales de países pertenecientes a la ONU definieron 17 objetivos en la agenda de desarrollo sustentable. Uno de ellos es el número 3, el cual trata de garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos, en todas las edades. Debido a estadísticas alarmantes a causa de enfermedades no transmisibles (ENT), este objetivo tiene entre sus metas reducir en un tercio la muerte prematura debida a éstas, mediante la prevención, tratamiento y la promoción del bienestar. Diversos trabajos se han desarrollado para determinar el creciente riesgo de las ENT's, por ejemplo, el desarrollo de un modelo dinámico aplicado a una base de datos dedicada a identificar los factores de riesgo en China, asociados a obesidad, uso de combustibles sólidos para cocinar, historial de frecuencia de bebidas y gasto de consumo en los hogares durante el período anterior a detección de ENT, etc (Pan & Palmer, 2018).

Cada vez más, las ENT's son la causa principal de muerte a nivel mundial. Por lo tanto, estudios tales como el presentado por Gostin, et al., (2017) buscan identificar intervenciones legales relevantes, efectivas y de costo accesible para prevenir las ENT's, así como métodos para fortalecer la implementación. Solomons et al., (2017) mencionan que las ENT's se han convertido en un importante contribuyente al índice de mortalidad a nivel mundial. A pesar de los esfuerzos de gobiernos y varias organizaciones no gubernamentales para prevenir y controlar la epidemia con varias estrategias de intervención, el número de personas con estos padecimientos ha aumentado de manera alarmante en el sur de África.

A pesar de los estudios que se han desarrollado, aún es necesario profundizar y analizar otros enfoques relacionados con este tema. Un ejemplo claro de esto es, el gasto diario que destinan las familias en la compra de productos industrializados, cuyo consumo, se ha comprobado aumenta el riesgo de contraer una ENT debido a que el sobrepeso y la obesidad aumentan. La prevalencia de sobrepeso y obesidad, ligado a las ENT's ha aumentado en países con bajos y medios ingresos. Un contribuyente importante es los sistemas de transformación de



alimentos con ambientes constantemente dominados por aquellos que promueven las dietas altamente procesadas y con alta energía. La evidencia muestra que, los alimentos procesados se asocian con la obesidad. Sin embargo, investigación reciente sugiere que, el procesamiento no es malo por sí mismo, sino el alto consumo de alimentos ultra procesados que resulta dañino para la salud. Un estudio efectuado en Kenia central con encuestas realizadas en 2012, muestra que, las calorías obtenidas por alimentos ultra procesados son bajas, sin embargo en mujeres el aumento en la masa corporal es significativo de acuerdo con el área del cuerpo estudiada (Kimenju, 2018).

De acuerdo con Marrón et al., (2019), los alimentos ultra procesados poseen mucho sabor y pueden ser consumidos en cualquier lugar y en cualquier momento, pero generalmente tienen un perfil nutricional pobre. Por lo tanto, su aporte total de energía se propone como indicador para la calidad de la dieta diaria. De ahí que, el objetivo de este estudio sea conocer las asociaciones entre la contribución energética de los alimentos ultra procesados y sus nutrientes con las ENTs. Zahedi et al., (2014) evaluaron la asociación entre la ingesta de comida chatarra y la salud mental en una muestra nacional de niños iraníes y adolescentes. Los datos se obtuvieron de un sistema de encuestas llamado CASPIAN-IV (Childhood and Adolescence Surveillance and Prevention of Adult Non communicable Disease) para estudiantes de entre 6 y 18 años. En esta investigación se logró determinar una asociación significativa entre comportamientos violentos y la ingesta de comida chatarra incluyendo snacks salados.

Así, el consumo de alimentos altamente procesados ha sido señalado como uno de los factores responsables del rápido incremento y prevalencia de obesidad, la asociación con las ENT's así como los costos. El estudio propuesto por Boysen, et al., (2019) usa una base de datos construida con un panel de expertos de campo, para investigar el efecto de altas tarifas de importes en alimentos altamente procesados *versus* alimentos menos procesados en la región del sub Sahara en África, con sus respectivos impactos en la obesidad y bajo peso en la población adulta. Los resultados muestran diferencias significativas en las tarifas de importaciones de acuerdo con los distintos ingresos por país, así como por género.



Objetivo general.

Analizar el gasto realizado por familias de la comunidad rural de Tixméhuac, Yucatán.

Objetivos específicos.

(1) Aplicar una encuesta de hábitos alimentarios para conocer los productos más consumidos y en donde son adquiridos, (2) Identificar productos industrializados más consumidos y (3) calcular un aproximado de la cantidad gastada en productos industrializados.

Metodología.

Las actividades involucradas para lograr los objetivos propuestos fueron: el diseño y validación de un instrumento para obtener información relativa a los hábitos alimenticios y frecuencia de consumo de diferentes productos tales como frutas, verduras, lácteos y productos industrializados. La aplicación del instrumento en la población de Tixméhuac con un muestreo aleatorio simple. Las personas seleccionadas fueron 30 adultos en total. Posteriormente, se realizó el análisis e identificación exclusivamente de los productos industrializados en un consumo semanal y se estimó un aproximado de la cantidad gastada en estos productos por parte de las personas participantes en la encuesta. Finalmente, se comparó el gasto con el salario mínimo en la zona de Yucatán con la finalidad de informar a las personas la cantidad invertida y que puedan tomar decisiones relativas a ese tema.

Resultados.

El análisis de los datos recopilados por medio de la encuesta indica que, el 100% de las personas participantes consumen algún tipo de producto industrializado de los cuáles el más consumido son las galletas (100%), seguido del pan de caja (37%) y del refresco embotellado (37%). De acuerdo con las marcas, preferencias, frecuencia de consumo declarado en la información recolectada y precios en la entidad de Yucatán, se estima que, la cantidad gastada en sólo estos tres productos industrializados está en un rango de entre 320 y 380 pesos semanales. De acuerdo con el Diario Oficial de la Federación (DOF) el salario mínimo



en la región en 2019 es de \$102.68.

Análisis.

Los resultados obtenidos indican que las personas participantes en la encuesta gastan entre tres y, tres salarios y medio semanalmente en productos industrializados. Principalmente en galletas, pan y refresco los cuáles contienen un alto índice calórico e incrementan el riesgo de ENT. Así, de un salario mensual, alrededor del 40% es gastado en productos industrializados que por su alto consumo reducen la calidad de vida de las personas.

Conclusiones.

El análisis presentado en este trabajo es un punto de partida para reflexionar desde otro enfoque el tema de los hábitos alimenticios y la salud. Es innegable la importancia de concientizar a la población de tener dietas saludables involucrando frutas, verduras, carnes, lácteos, etc. Igualmente es importante difundir lo vital que son estas dietas en cuestiones de prevención y tratamiento de enfermedades. Sin embargo, también es necesario incluir un análisis económico para concientizar aún más a las personas. Este trabajo tiene como perspectivas profundizar en el análisis económico incluyendo diferentes variables tales como los criterios de consumo, las alternativas presentes de consumo para contribuir a la toma de decisiones en cuestiones de alimentación.

Referencias.

Boysen, O., Boysen-Urban, K., Bradford, H., & Balié, J. (2019). Taxing highly processed foods: What could be the impacts on obesity and underweight in sub-Saharan Africa? *World Development*, 119, 55–67. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2019.03.006>

Gostin, L. O., Abou-Taleb, H., Roache, S. A., & Alwan, A. (2017). Legal priorities for prevention of non-communicable diseases: innovations from WHO's Eastern Mediterranean region. *Public Health*, 144, 4–12.
459



<https://doi.org/10.1016/j.puhe.2016.11.001>

Kimenju, S. C. (2018). Ultra-Processed Foods and Obesity in Central Kenya (pp. 69–92).

<https://doi.org/10.1016/bs.af2s.2018.09.003>

Marrón-Ponce, J. A., Flores, M., Cediel, G., Monteiro, C. A., & Batis, C. (2019). Associations between Consumption of Ultra-Processed Foods and Intake of Nutrients Related to Chronic Non-Communicable Diseases in Mexico. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*. <https://doi.org/10.1016/j.jand.2019.04.020>

Pan, T., & Palmer, M. (2018). Risk factors and non-communicable disease diagnosis in China. *China Economic Review*, 50, 72–84.

<https://doi.org/10.1016/j.chieco.2018.03.008>

Solomons, N., Kruger, H. S., & Puoane, T. R. (2017). Adherence challenges encountered in an intervention programme to combat chronic non-communicable diseases in an urban black community, Cape Town. *Health SA Gesondheid*, 22, 70–78.

<https://doi.org/10.1016/j.hsag.2016.11.006>

Zahedi, H., Kelishadi, R., Heshmat, R., Motlagh, M. E., Ranjbar, S. H., Ardalan, G., ... Qorbani, M. (2014). Association between junk food consumption and mental health in a national sample of Iranian children and adolescents: The CASPIAN-IV study. *Nutrition*, 30(11–12), 1391–1397.

<https://doi.org/10.1016/j.nut.2014.04.014>



TI12-APOS-074-L

EVALUACIÓN DE CAMBIOS SOBRE INDICADORES DE LA COMPOSICIÓN CORPORAL EN ADULTOS MAYORES, DESPUÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE UN PROGRAMA DIRIGIDO A LA PRÁCTICA DE LA ACTIVIDAD FÍSICA, CON UN AÑO DE SEGUIMIENTO.

¹Milla Cooley L.F.*; ^{1,2}Martínez Briseño M.; ¹Vergara Castañeda A*; ³Martino-Roaro L;
⁴Vergara-Castañeda E; ¹Ayala Moreno M del R.

¹Grupo de Investigación en Ciencias Básicas y de la Salud. Facultad de Ciencias Químicas.,
Universidad La Salle, México. ²Unidad Central DIF Huixquilucan, Estado de México.
³Centro Universitario Incarnate World Campus Ciudad de México, México. ⁴Facultad de
Química, Universidad Nacional Autónoma de México, México.

e-mail: arely.vergara@lasalle.mx

APOYO A LA SOCIEDAD, INVESTIGACIÓN LICENCIATURA

Resumen.

En México, la esperanza de vida ha aumentado, representando una mayor proporción de adultos mayores (AM). Entre las principales causas de mortalidad se encuentran las asociadas a hipertensión (HTAS), diabetes mellitus (DM) y neoplasias. Se ha sugerido que la Actividad Física (AF) tiene un impacto sobre la capacidad funcional, desórdenes neuromusculares y pérdida de masa muscular (MM), variables propias del envejecimiento que determinan indirectamente fragilidad y la calidad de vida del AM. Objetivo. El objetivo del estudio fue evaluar la eficacia de un programa de un año, dirigido a la promoción de AF, sobre indicadores de la composición corporal en AM. Metodología. Se realizó un ensayo clínico comunitario, incluyendo 264 AM con diagnóstico de DM e HTAS adscritos a casas de día del DIF Huixquilucan. Se conformaron dos grupos: Grupo Intervención (GI; n=129) y Grupo Control (GC; n=131), la asignación de la maniobra fue por bloque aleatoria. Se diseñó e implementó un programa de promoción y práctica de actividad física acorde a las



características de los sujetos, con sesiones de una hora de duración y un seguimiento de 12 meses, evaluando variables antropométricas (peso, talla) y de composición corporal (Índice de Masa Corporal IMC; MM, Masa Muscular; Masa Grasa MG). Se realizaron pruebas estadísticas de comparación (grupos independientes y ajustando por seguimiento) empleando el programa SPSS-IBM®. Resultados. El promedio de edad fue de 71.02 ± 7.2 años; 86.2% mujeres. No se encontraron diferencias por grupo/género en la medición basal; el IMC fue de 31.82 ± 3.80 kg/m², MM 30.23 ± 3.09 kg y de MG $37.42 \pm 3.60\%$. Al año, se encontraron diferencias estadísticamente significativas; una mayor ganancia MM en el GI vs GC (3.4 vs 0.97%; $p=0.000$, respectivamente) y un decremento en MG en ambos grupos (GC -7.56% vs GI -5.34% $p=0.000$). Respecto a los cambios metabólicos, éstos están descritos en otra publicación.

La implementación de un programa de AF sugiere una mejora en la MM en un grupo de AM. Estas estrategias orientadas al cuidado del estado físico y nutricional pueden considerarse una en la composición corporal del AM.

Palabras Clave: Envejecimiento; Composición Corporal; Masa Muscular, Actividad Física, Adultos Mayores, Programa de Intervención.

Introducción.

La implementación de acciones orientadas a disminuir la mortalidad a partir de intervenciones que incidan sobre aspectos físicos, sociales, culturales o de salud, han contribuido a la mejora en la esperanza de vida^{1,2} y con ello, al aumento en la proporción de adultos mayores en todo el mundo³. En México, últimas estadísticas muestran que de 1990 a 2015, el número de adultos mayores por cada 100 jóvenes se ha incrementado de 15 a 38⁴.

El envejecimiento implica cambios a nivel fisiológico, metabólico y funcional, así como un decremento de fibras musculares en cuanto a número y tamaño que, respectivamente conduce a una pérdida de desempeño que compromete la independencia del individuo⁵ se reporta que la pérdida de masa muscular por década es de aproximadamente 8% pasados los 50 años y pasados los 70 años de entre 10% -15%⁶. En este sentido, resulta fundamental destacar la



sarcopenia como un síndrome geriátrico caracterizado por una acelerada pérdida de masa muscular⁷ y cuyas consecuencias son a nivel morfológico y de decremento neuromuscular en cuanto a propiedades contráctiles motoras^{8,9,10,11,12,13,14,15,16,17} y pueden no tener tratamiento o corrección¹⁸.

Para corregir o contrarrestar la pérdida muscular se ha sugerido que, a expensas del modelo de entrenamiento físico, cualquier tipo de ejercicio o actividad física resultan intervenciones efectivas para evitar una disminución funcional, sarcopenia, inflamación de estrés oxidativo y resistencia a la insulina¹⁹.

Las casas de día tienen como finalidad proporcionar un espacio de convivencia para el desempeño de diversas actividades tales como talleres de manualidades, recreativos y motivacionales con el propósito de que los adultos mayores sigan integrados en la sociedad y poder elevar su calidad de vida²⁰. Dicho esto, se tomó disposición de estas casas debido a que son espacios que proveen a los adultos mayores de servicios de alimentación, asistencia médica y farmacológica, además de favorecer la concentración y acceso a esta población.

Debido a la poca información respecto al tema, este estudio tiene como objetivo la evaluación del impacto de un programa orientado al desempeño de la actividad física sobre indicadores de composición corporal, con énfasis en la mejora de la masa muscular y masa grasa, después de 12 de meses.

Metodología.

Se llevó a cabo un estudio experimental con asignación de la maniobra por bloque y con un año de seguimiento. Se realizó una selección no probabilística por conveniencia de las casas de día, las cuales tuvieron una asignación aleatoria a la intervención definida como la implementación del programa de promoción de actividad física o al grupo control, considerado como aquel que llevó a cabo sus actividades de manera regular con una actividad de orientación alimentaria a cargo del departamento de nutrición del Sistema DIF, el cual fungió de manera independiente a esta intervención. La población de estudio incluyó hombres y mujeres de 60 años o más con diagnóstico de diabetes mellitus e hipertensión



arterial, bajo tratamiento médico y farmacológico con linagliptina (5mg) y temisartán – hidroclorotiazida (80 /12.5 mg), con hemoglobina glicosilada < 9%, esto con la finalidad de contar con una población homogénea respecto a las enfermedades crónico-degenerativas con mayor recurrencia en este grupo de edad. Además de considerarse usuarios recurrentes y contar con un mínimo de dos asistencias de consultas médicas tres meses previos al inicio del programa a alguna casa de día seleccionada (Club Águilas Reales y Casa de Día El Mirador) perteneciente al sistema DIF de la comunidad de Huixquilucan de Degollado, Estado de México.

Se excluyeron a aquellos adultos mayores que presentaron obesidad grado II (IMC >40kg/m²), presión arterial sistólica > (140/90 mmHg), así como cualquier característica que pudiera impedirles la realización de actividad física. Se eliminaron todos aquellos participantes que tuvieron un porcentaje de asistencias por debajo del 80%, aquellos a los que no se les pudo llevar un seguimiento y todo adulto mayor que decidió dejar el programa.

Descripción del estudio. Se diseñó e implementó un programa dirigido a la promoción de la práctica de actividad física adecuada para adultos mayores con sesiones de 45 minutos a una hora de duración, y que involucraba en su mayoría dinámicas aeróbicas y ejercicios simples, priorizando grandes grupos musculares sin incluir una gran cantidad de estrés. Se consideró la escala de Borg y la fórmula de Karvonen con rangos de intensidad que oscilaban entre 40 a 70% Vo₂max; evitando en todo momento factores de riesgo que pudieran repercutir en lesiones²¹. Se desarrollaron, describieron e integraron al menos 40 diferentes actividades en un manual de procedimientos que fueron implementadas de manera cíclica.

Como variable objetivo se consideró la eficacia de la estrategia con relación a la mejora de la composición corporal estimada a partir del decremento de masa grasa y aumento de masa muscular. Para ello, se realizaron evaluaciones basales y finales al término del programa (1 año), así como 10 evaluaciones mensuales de variables antropométricas (peso, talla, porcentaje de grasa y masa muscular). Todas las mediciones estuvieron a cargo de personal del área de salud especializado y estandarizados *a priori*. Para las evaluaciones se empleó una báscula modelo “FitScan” BC-601F ® para estimar el peso y la composición corporal reportada en agua corporal total (%), masa muscular (kg) y masa grasa (%), un estadímetro



de la marca SECA® para evaluar la talla. En relación con los cambios metabólicos, éstos están descritos en otra publicación²².

En relación con las consideraciones éticas, y de acuerdo con la Ley General de Salud a cada adulto mayor, una vez explicado el estudio de manera detallada, sus riesgos, beneficios y se resolvió cualquier duda, se le solicitó su consentimiento informado por escrito y para aquellos que no sabían leer o escribir, se leyó la carta que los invitaba a participar. Para ambos casos, se tuvo testigos presenciales. Asimismo, el manejo de la información se dio con total discreción y confidencialidad²³.

Análisis y resultados.

El grupo control solo recibió tratamiento farmacológico y orientación alimentaria, mientras que el grupo intervención recibió el mismo tratamiento farmacológico aunado a sesiones de actividad física cinco veces por semana. Se realizó un análisis descriptivo y pruebas de normalidad (Kolmogorov-Smirnov) así como pruebas de comparación para grupos independientes: X^2 , t-student y ANOVA para pruebas repetidas; considerándose una significancia estadística de $p < 0.05$. Todos estos análisis se llevaron a cabo en el programa estadístico “SPSS IBM versión 21.0 ®”.

De un total de 260 individuos; 129 pertenecientes al grupo intervención y 131 del grupo control. En total fueron 224 mujeres (86.2%) y 37 hombres (13.8%). La edad promedio fue de 71.02 ± 7.2 años. Todas las características basales de ambos grupos se describen en la Tabla No. 1. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre grupos para las variables a excepción de la edad y peso; grupo control vs grupo intervención (70 vs 76kg); (72 vs 70 años).

Respecto a los indicadores de peso y composición corporal, después de doce meses de intervención, se observó una disminución de 3.7 kg de peso corporal en el grupo intervención en comparación con 3.0 kg del grupo control ($p < 0.001$). Asimismo, una mayor ganancia de masa muscular por parte de del grupo intervención respecto al control (3.5% vs 1%, respectivamente; $p < 0.001$) y una disminución en masa grasa por parte del grupo control (-

5.3% vs -8%). Figura No. 2 y Figura No. 3.

Tabla No. 1. Medidas basales de adultos mayores por grupo.

Variable	Total n = 260	Grupo Control n = 129	Grupo Intervención n = 131	P
Edad (años)	71.02 ± 7.22	72.29 ± 7.70	69.73 ± 6.45	*0.004
Peso (Kg)	73.23 ± 9.63	70.31 ± 10.69	76.21 ± 7.34	*0.000
Masa Muscular (%)	30.23 ± 3.09	29.95 ± 3.99	30.52 ± 1.71	0.136
Masa Grasa (%)	37.42 ± 3.60	37.80 ± 3.63	37.03 ± 3.55	0.084

*p < 0.05; pruebas para t student para muestras independientes en variables cuantitativas y X² para variables cualitativas.

Figura No. 2. Cambios durante un año de seguimiento en masa muscular de adultos mayores por grupo.

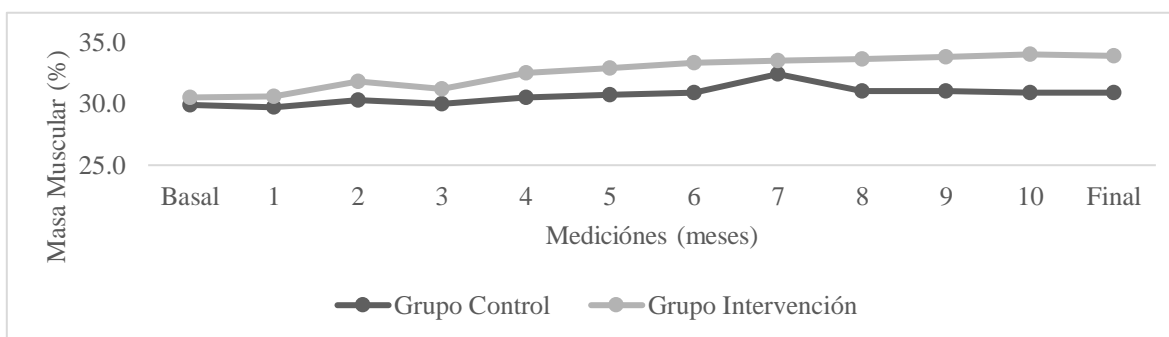
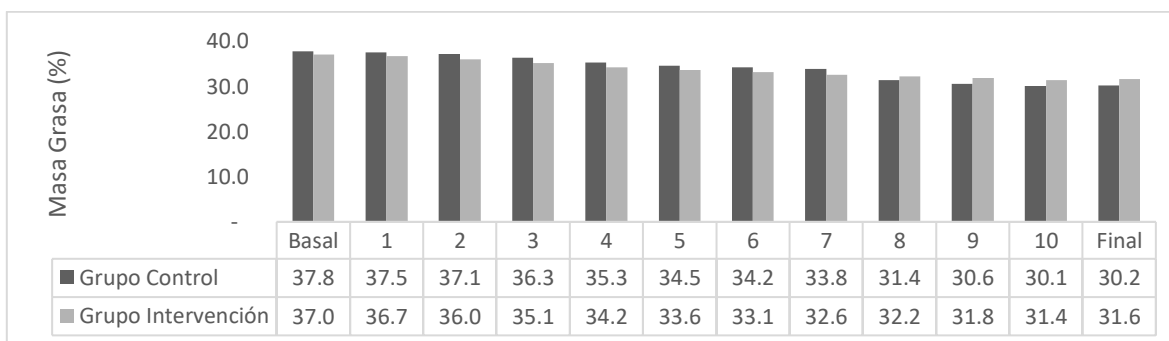


Figura No. 3. Cambios durante un año de seguimiento en masa grasa de adultos mayores por grupo.





Conclusiones y perspectivas.

El programa de práctica de actividad física de un año de duración tuvo un impacto a nivel fisiológico; contribuyendo al aumento de la masa muscular y a la disminución de masa grasa en la población de adultos mayores que asistieron a las sesiones impartidas en las casas de día, en comparación con aquellos adultos mayores que recibieron las actividades habituales desarrolladas en estos espacios.

Los hallazgos de este estudio pueden servir de referencia en la generación de estrategias o bien, políticas públicas orientadas a la promoción de estilos de vida saludables en adultos mayores adscritos en centros de carácter social.

Se recomienda explorar el efecto de este tipo de intervenciones sobre otros factores asociados a la calidad de vida en adultos mayores, población que se proyecta incrementa en los años venideros.

Referencias.

1. Ono, T.; Guthold, R.; Strong, K; (2005); WHO Global Comparable Estimates; Consulta del 22 de octubre, 2007. 2007. de <http://www.who.int/infobase>
2. Coronado, C. B. (Diciembre del 2015). Cambios recientes en la esperanza de vida en México, análisis por medio de su descomposición. 20.
3. United Nations; (2017); World population prospects: the 2017 revision, key findings and advance tables. Working Paper No. ESA/P/WP/248. New York, NY: Department of Economic and Social Affairs, Population Division - United Nations.
4. INEGI Censos y Conteos de Población y Vivienda; (2019); Encuesta Intercensal 2015 recuperado el 8 de Julio del 2019 de: https://www.inegi.org.mx/temas/estructura/default.html#Informacion_general
5. Whitman SA, Wacker MJ, Richmond SR, Godard MP; (2005); Contributions of the ubiquitin-proteasome pathway and apoptosis to human skeletal muscle wasting with age. Pflugers Arch;450(6):437-46, <https://doi.org/10.1007/s00424-005-1473-8>



6. Grimby G, Saltin B; (1983); The ageing muscle. *Clin Physiol*;3(3):209–18.
7. MD, J.W. (2017-08-01). Sarcopenia. *ClinicalKey*, 305-314.
8. Christensen K, McGue M, Yashin A, , Iachine I, Niels V. Holm, James W. Vaupel ; (2000); Genetic and environmental influences on functional abilities in Danish twins aged 75 years and older. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*;55(8):M446–52.
9. Lang T, Strepper T, Cawthon P, K. Baldwin, D. R. Taaffe, T. B. Harris; (2010); Sarcopenia: etiology, clinical consequences, intervention, and assessment. *Osteoporos Int*; 21(4):543–59.
10. Bales CW, Ritchie CS; (2002); Sarcopenia, weight loss, and nutritional frailty in the elderly. *Annu Rev Nutr*; 22:309–23.
11. Morley JE, Farr SA; (2009); Cachexia and neuropeptide Y. *Nutrition*;24(9):815–9.
12. Paddon-Jones D, Rasmussen BB; (2019); Dietary protein recommendations and the prevention of sarcopenia. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*;12(1):86–90.
13. Volkert D, Sieber CC; (2011); Protein requirements in the elderly. *Int J Vitam Nutr Res*;81(2–3):109–19.
14. Houston DK, Nicklas BJ, Ding J, Ding, J, Harris, T. B, Tylavsky, F. A., Newman, A. B., Jung, S. L., Sahyoun, N. R., Visser, M., Kritchevsky, S.B, (2008); Dietary protein intake is associated with lean mass change in older, community-dwelling adults: the health, aging, and body composition (Health ABC) study. *Am J Clin Nutr*;87(1):150–5.
15. Chan R, Leung J, Woo J, T. Kwok; (2014); Associations of dietary protein intake on subsequent decline in muscle mass and physical functions over four years in ambulant older Chinese people. *J Nutr Health Aging*;18(2):171–7.
16. Kortebein P, Symons TB, Ferrando A, Paddon DJ, Ronsen O, Protas E, Conger S, Lombeida J, Wolfe R, Evans JW; (2008); Functional impact of 10 days of bed rest in healthy older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*; 63(10):1076–81.
17. Bell KE, von Allmen MT, Devries MC, Phillips, S.M; (2016); Muscle disuse as a pivotal



- problem in sarcopenia-related muscle loss and dysfunction. *J Frailty Aging*;5(1):33–41.
18. Vincent HK, Raiser SN, Vincent KR. (2012) The aging musculoskeletal system and obesity-related considerations with exercise. *Ageing Res Rev*; 11(3):361-73, <https://doi.org/10.1016/j.arr.2012.03.002>.
 19. DIF Cuernavaca. (Consultado el 19 de Agosto del 2019). DIF Cuernavaca. Obtenido de Casa de Día: <http://difcuernavaca.gob.mx/casa-de-dia/>
 20. Fisseha B, Janakirama B, Yitayeh A, Ravichandran H; (2017); Effect of square stepping exercise for older adults to prevent fall and injury related to fall: systematic review and meta-analysis of current evidences. *J Exerc Rehabil*. Feb28;13(1):23-29.
 21. Briseño, M. M. (2018). Diseño e implementación de una estrategia dirigida a mejorar el control metabólico en adultos mayores con diagnóstico de hipertensión arterial y diabetes mellitus tipo 2 que asisten a la unidad de salud DIF Huixquilucan, Estado de México. México, DF.
 22. Ley General de Salud (2019) Titulo primero y Titulo Quinto Disposiciones Generales Capítulo Único Artículo 77 BIS 37; Artículos 96-103. México.



TI12-APOS-007-L

ANÁLISIS DE MERCADO DE LA SEMILLA DE AMARANTO

¹C. F. Saucedo-Sánchez*, ²A.P. Porras-Loaiza

¹Economía, ²Turismo, Escuela de Negocios, Universidad de las Américas Puebla

México. carlos.saucedosz@udlap.mx

APOYO A LA SOCIEDAD, INVESTIGACIÓN LICENCIATURA

Resumen

El amaranto es de los cultivos más antiguos y nutritivos de nuestro país, se cultivaba en Mesoamérica, y se consumía en gran proporción por los pueblos prehispánicos. La ONU y la FAO en 1986 consideraron al pseudocereal *Amaranthus* uno de los mejores alimentos de origen vegetal para el consumo humano gracias a las grandes propiedades que posee dicho cereal, entre ellas están: Proteínas de calidad por su contenido de aminoácidos esenciales, de lisina, lípidos, con la presencia de escualeno, almidones, carbohidratos, vitaminas A, C, D, K, ácido fólico, minerales como altos niveles de calcio, hierro entre otros. Por lo tanto, el amaranto puede prevenir enfermedades tales como: Anemia, osteoporosis, cáncer, estreñimiento, enfermedades neurodegenerativas, además de favorecer la ejecución de las funciones cerebrales (Pérez et al., 2018).

El amaranto se consume de diferentes maneras, pero las más frecuentes son en barritas energéticas y dulces típicos, también se consume en algunas comunidades en platillos gastronómicos regionales; sin embargo, existe gran desconocimiento de sus propiedades y forma de consumo en México (Moreno et al., 2018). Además, el mercado de amaranto se encuentra en una crisis por la falta de comercialización, lo que ha ocasionado una pérdida de ganancias y de inversión. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue conocer el panorama económico al que se enfrentan productores y consumidores de esta semilla, y realizar un corto análisis del mercado y su industria.

Para poder conocer la situación real que sufre la compra-venta del amaranto, se aplicó el



análisis de Porter, que originalmente fue ideado para la gestión interna de una empresa; sin embargo, analistas lo han comenzado a usar para realizar un Análisis Estratégico, el cual se define como un estudio de las implicaciones que tiene el ambiente competitivo en el desarrollo de una estrategia corporativa (CFA, 2017). Un analista preferiría examinar el rendimiento de una industria para conocer aquellas con mayores ingresos, además de determinar la estabilidad y el riesgo de aquella industria a través del tiempo. Así, un análisis de la industria trata de pronosticar los posibles escenarios para la toma eficiente de decisiones.

Sin embargo, al aplicarlo a la presente investigación, con este análisis se pudieron identificar los puntos débiles de las industrias amaranteras, con la finalidad de informar a los involucrados la situación y los posibles procesos de resolución.

Metodología.

Se realizó una exhaustiva investigación de datos acerca de la producción y consumo de amaranto nacional, entre los cuales se empleó la base de datos de la SIAP del año 2013 al 2018, también se aplicaron 150 encuestas a consumidores de Puebla, y se entrevistaron a 6 productores de la zona de Puebla; con toda la información se aplicó un análisis, desde de la producción hasta la transformación, aplicando los determinantes de Porter. Además, se retomaron algunos elementos del análisis de la industria propuestos por el Instituto de Analistas Financieros Autorizados (CFA, por sus siglas en inglés) para aplicarlos a nuestro estudio; estos son: principales compañías, capacidad y estabilidad del mercado, ciclo de vida e influencias externas.



Resultados.

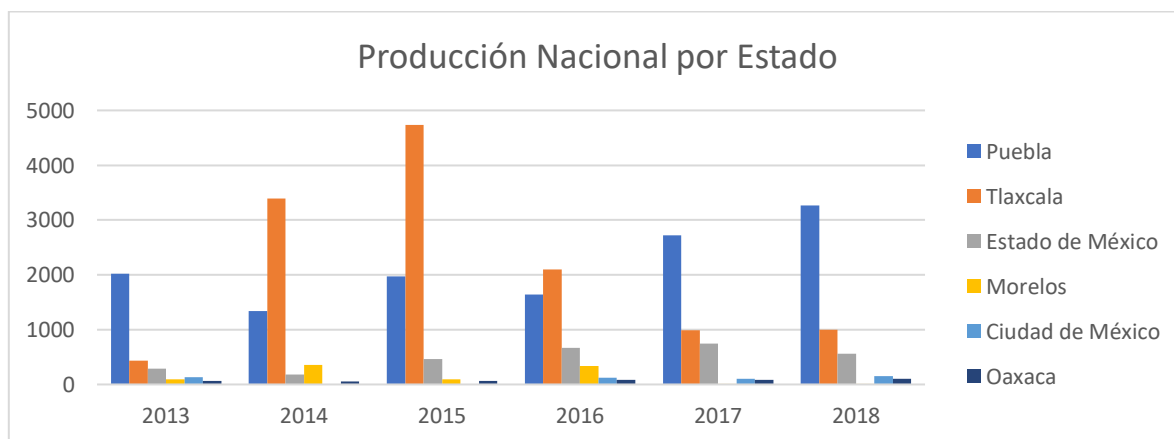
Tabla 1. Producción Nacional de Amarantho de 2013 a 2018

Producción (ton)	Puebla	Tlaxcala	México	Morelos	CDMX	Oaxaca	TOTAL
2013	2024	433	288	98	134	63	3040
2014	1338	3393	177	356	10	59	5346
2015	1976	4735	460	98		62	7351
2016	1640	2101	664	338	119	87	4957
2017	2717	993	746	2	105	87	4648
2018	3262	999	565	8	152	102	5089

Elaboración propia. Información adquirida de SIAP (2019)

Como podemos apreciar en la tabla 1, hubo un aumento de 2,049 ton. con respecto a la producción nacional de 2013 a 2018; sin embargo, podemos observar que el mercado se mantiene relativamente estancado, ya que el promedio anual de producción se ha mantenido en 5,071.83 ton. y el cambio porcentual anual de producción del año 2014 a 2018 ha sido de -1.2%, una pérdida de 64.25 toneladas por año.

Se encontró que la entidad federativa que más produce es el Estado de Puebla, con excepción los años 2014 al 2016, ya que Tlaxcala rebasó su producción media nacional; sin embargo, para el 2017 su producción se redujo a la mitad, a causa de una plaga poco convencional. El Estado de Puebla, en el año 2018 aportó un 64.1% de toda la producción nacional.



Gráfica 1. Producción Nacional por Estado. SIAP (2019). Elaboración propia.

Sin embargo, a pesar de la disminución de la producción nacional, se ha observado un aumento en el rendimiento por hectárea (ver gráfica 2); esto supone una buena administración y una disminución en los costos de producción totales.

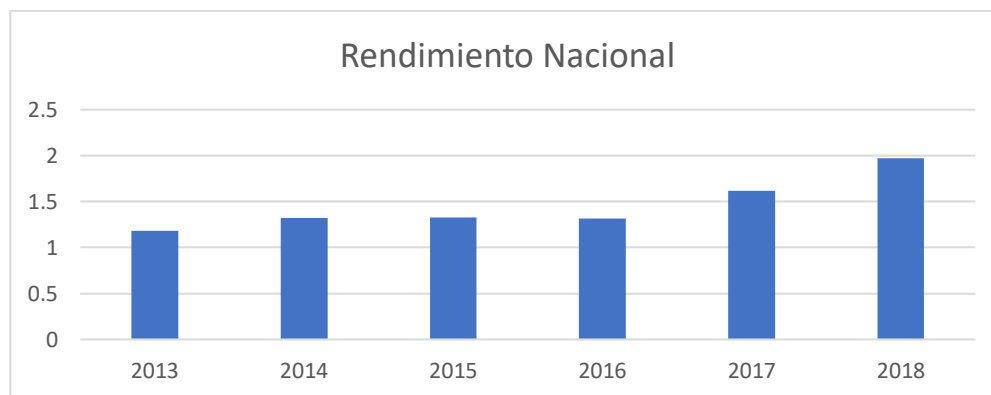


Gráfico 2. Rendimiento Nacional. SIAP (2019). Elaboración propia.

La información obtenida de las entrevistas a los productores concluye que el valor agregado que se le da al amaranto es innovador; no obstante, los métodos para difundir y comercializarlo ha sido un malogro de cualquier transformadora (entrevista a José de Jesús Fernández León, productor de Tlaxcala “Amaranfer”, el día 12 de octubre, 10 am, San Pedro Cholula). Los costos relacionados con la producción no son altos; sin embargo, han aumentado en algunas zonas a causa de la falta de mano de obra y la difícil comercialización. El promedio por 250g de amaranto reventado es de \$18.93, con una desviación estándar de \$7.05, la cual es bastante considerable. Hay productores que pueden vender más caro debido a su demanda individual, mientras que a otros les cuesta competir a causa del tamaño de su empresa, lo que los obliga a reducir sus precios y su calidad.

Con respecto a las características de la demanda, los principales consumidores son los compradores locales, el mercado no ha podido exportar sus productos por su baja calidad y producción; sin embargo, esto significa una gran oportunidad de crecimiento, ya que existe una tendencia mundial al consumo de amaranto, el cual puede aprovecharse para hacer fortalecer el mercado local (Moreno et al., 2018).



Determinantes de Porter

Barreras a la entrada: Solo es necesario contar con la inversión suficiente para poder producir o procesar el amaranto. Esto no quiere decir que no sea recomendable invertir en capital, ya que tener mejor tecnología podría mejorar el rendimiento de los productores (Ayala et al., 2017).

Poder de los proveedores: No existen barreras que limiten u obliguen a adquirir o utilizar bienes básicos como agua, tierra y/o fertilizantes para la producción, por lo que los proveedores no poseen poder en la industria.

Poder de los compradores: El problema al que se enfrenta la industria es la dificultad de aumentar la demanda, ya que esta es muy inelástica. (Moreno et al., 2018) por lo que los consumidores no tienen poder dentro del mercado.

Amenazas de productos sustitutos: La demanda de los productos derivados del amaranto es muy inelástica y escasa, pues bien, esto se debe a la gran cantidad de productos sustitutos que existen en la actualidad, como pueden ser de granola, trigo, maíz, quinua, avena y lácteos. La amenaza de estos es muy influyente (Moreno et al., 2018).

Rivalidad entre competidores existentes: El amaranto es comercializado internacionalmente, los países productores como China, Perú, India, Argentina, Estados Unidos, México y Chile controlan el mercado mundial. Sin embargo, en México representa solo el 3.02% de las exportaciones a nivel mundial de amaranto según LAMSA. Además, la mayoría de los productores son informales e ilegales.

Elementos del análisis de la industria

Principales empresas: Actualmente no existen muchas empresas formales; sin embargo, las más importantes y conocidas de este mercado son las siguientes: Tehutli Amaranto, Tlahui, Amarantole, Amarantum (Grupo Nutrisol, San Miguel) y Qualli. Todas las anteriormente mencionadas son procesadoras y algunas productoras en pequeñas cantidades.

Estabilidad del mercado: Debido a la inelasticidad de la demanda, se dificulta expandir las



preferencias de los consumidores (Moreno et al., 2018) por lo que la industria es estable.

Ciclo de vida: Las empresas productoras establecidas pueden permanecer mucho tiempo ya que las tradicionales provienen de varias generaciones; no obstante, han surgido nuevas tendencias en el consumo de amaranto aplicadas por nuevas empresas, que ha obligado a realizar cambios en las ya establecidas.

Influencias externas: En el año 2019, se incluyó al amaranto en la canasta básica mexicana, esto podrá repercutir en los precios y cantidades de equilibrio del mercado (Villar, 2019).

Perfil del mercado

Debido al tamaño del mercado, las empresas tienen poco acceso a financiamiento; por lo tanto, no se conoce información financiera de éstas. No obstante, existen organizaciones con el objetivo de asesorar, agrupar y ayudar a estas micro y pequeñas empresas, tal es el caso de: México Tierra de Amaranto, Asociación Mexicana de Amaranto, Red Amaranto Mixteca, San Miguel y Grupo Enlace para la Promoción del Amaranto en México; mientras tanto, los productores se encuentran en una situación de estancamiento económico, ya que éstas siguen siendo informales, impidiendo su expansión.

Conclusiones y recomendaciones.

- El mercado nacional se encuentra en un estado casi estático, no se ha manifestado un desarrollo del mismo.
- Para poder exportar nuestro amaranto se necesita mejorar la calidad de los productos, para así ser competitivos internacionalmente y fomentar su consumo.
- Existen tendencias internacionales de aumento del consumo de amaranto, estas se pueden aprovechar para fortalecer el mercado local al realizar actividades de exportación.
- El principal problema que impide la expansión del mercado, es la informalidad de los participantes, ya que dificulta el financiamiento de los oferentes.



- Para competir contra productos sustitutos, se requiere innovación tecnológica para mejorar la calidad e idear nuevos productos que fomenten el consumo de amaranto.
- Es necesario difundir las propiedades y beneficios inherentes a la semilla de amaranto para apoyar la salud y la economía mexicana

Referencias.

Amaranto, cultivo con gran potencial de exportación (2016) LAMSA. Recuperado de:
<http://www.lamsa.com.mx/index.php/node/1451>

Ayala, A., Escobedo, D., Espitia, E. & Garay, M. . (2017). Análisis de rentabilidad del amaranto, región centro de México. ResearchGate. Recuperado de:
https://www.researchgate.net/profile/Hiran_Moran/publication/272236891_DE_HUA_UHTLI_A_AMARANTHUS_PASANDO_POR_ALEGRIA/links/54dfa3b70cf29666378ba0a5/DE-HUAUHTLI-A-AMARANTHUS-PASANDO-POR-ALEGRIA.pdf

Centro de Información al Consumidor de Amaranto (2003) Asociación Mexicana del Amaranto. Recuperado de:
<http://www.amaranto.com.mx/vertical/faq/faq.htm#propiedades>

Equity and Fixed Income: Level 1 (2017) Institute of Chartered Financial Analysts. CFA Program Curriculum vol 5. Pearson Learning Solutions.

Lira, I. (2017). El cultivo del amaranto, rico y con gran tradición mexicana, ya entró en agonía: productores. SinEmbargo. Recuperado de: <https://www.sinembargo.mx/30-04-2017/3191618>

Moreno, K., Bonilla, V., Saucedo, C. & Porras-Loaiza, P. (2018) Evaluación de consumo de amaranto en Puebla. En Memorias del Primer Congreso Mundial del Amaranto (pp.264-267). Puebla, México: Grupo Enlace para la Promoción del Amaranto

Pérez, I. & Oliva, L. (2018) El amaranto nos da alegría y salud. CienciaUNAM. Recuperado de: <http://ciencia.unam.mx/contenido/infografia/39/el-amaranto-nos-da-alegria-y-salud>



Porter, M. (2008) The Five Competitive Forces That Shape Strategy. Harvard Business Review, vol. 86, pp.78-93

Servicio de información agroalimentaria y pesquera (2019) Avance de Siembras y Cosechas, Resumen Nacional por Cultivo. Gobierno de México. Recuperado de: http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola_siap_gobmx/AvanceNacionalSinPrograma.do

Villar, M. (2019) El amaranto fue reivindicado en México: Ahora forma parte de la canasta básica. +deMX. Recuperado de: <https://masdemx.com/2019/01/mexico-canasta-basica-17-alimentos-nuevos-amaranto-amlo/>