

# MEMORIAS (PROCEEDINGS)



## IV CONGRESO EN TENDENCIAS EN CIENCIAS DE ALIMENTOS Y DESARROLLO TECNOLÓGICO

### TRENDS IN FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY DEVELOPMENT

Hotel Malibú, del 23 al 25 de octubre de 2019  
Zapopan, Jalisco, México



Quantum Metrología® S.A. de C.V.  
*Instrumentación para laboratorio*



**IV Congreso en Tendencias en Ciencias de Alimentos y Desarrollo Tecnológico**  
**IV Congress on Trends in Food Science and Technology Development**

---

**ORGANIZAN:**

**UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA**



**A través del:**

**Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías**  
**Centro Universitario de la Ciénega**  
**Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias**





## **IV Congreso en Tendencias en Ciencias de Alimentos y Desarrollo Tecnológico**

**IV Congress on Trends in Food Science and Technology Development**

---

La presentación y disposición en conjunto de:

**IV Congreso en Tendencias en Ciencias de Alimentos y Desarrollo Tecnológico**

IV Congress on Trends in Food Science and Technology Development

Es propiedad de los autores.

Ninguna parte de esta obra puede ser reproducida o transmitida, mediante ningún sistema o método, electrónico o mecánico (INCLUYENDO EL FOTOCOPIADO, la grabación o cualquier sistema de recuperación y almacenamiento de información), sin consentimiento por escrito del autor.

Todos los derechos reservados a:

©Dra. Yokiushirdhilmara Estrada Girón

Dra. Angelina Martín del Campo Campos

Dr. Luis Eduardo Segura García

M. en C. María de Jesús Cruz Vargas

Dra. Teresa de Jesús Jaime Ornelas

Dra. Zazil Yadel Escalante García

Dr. Víctor Vladimir A. Fernández Escamilla

Dr. Raúl Snell Castro

Guadalajara, México, 2019

ISBN: 978-84-18312-06-9

Impreso en México / Printed in Mexico.



## IV Congreso en Tendencias en Ciencias de Alimentos y Desarrollo Tecnológico

IV Congress on Trends in Food Science and Technology Development

---

### COMITÉ ORGANIZADOR

Dra. Yokiushirdhilmara Estrada Girón  
Dra. Angelina Martín del Campo Campos  
Dr. Luis Eduardo Segura García  
M. en C. María de Jesús Cruz Vargas  
Dra. Teresa de Jesús Jaime Ornelas  
Dra. Zazil Yadel Escalante García  
Dr. Víctor Vladimir A. Fernández Escamilla  
Dr. Raúl Snell Castro

### COMITE DE APOYO

M. en C. Rosa María Esparza Merino  
M. en C. María Elena Toribio Nava  
Dr. Jorge Héctor Gómez Angulo  
L. N. Carmen Jaime Ornelas

### STAFF

Ana Michele Salazar González  
Valeria Lizeth Pereida Pérez  
José Uriel Estrada Martínez  
Jaqueline Martínez Quiroga  
Claudia Hernández Barajas  
Víctor Daniel Orozco Moreno

### PATROCINADORES



**Quantum Metrología® S.A. de C.V.**

*Instrumentación para laboratorio*



**IV Congreso en Tendencias en Ciencias de Alimentos y Desarrollo Tecnológico**  
**IV Congress on Trends in Food Science and Technology Development**

**Programa del Miércoles 23 de Octubre**

8:00 – 9:30	Registro	
10:00 – 10:40	Inauguración	
	Sala 1	Sala 2
10:40 – 11:30	<p><b>Conferencia Plenaria I</b>  <b>Microalgas en la alimentación</b>  <b>¿Suplementos novedosos o reinventados?</b>            Dr. Froylán Espinoza Escalante            Universidad Autónoma de Guadalajara</p>	
11:30 – 11:50	Receso	
11:50 – 12:30	<p><b>Ponencia 1</b>  <b>Procesos alternativos para la obtención del tequila</b>            IQ. Rocio Fonseca Aguiñaga            Consejo Regulador del Tequila</p>	
12:30 – 13:10	<p><b>Ponencia 2</b>  <b>Valorización de desechos de la industria tequilera</b>            Dr. Raúl Snell Castro            Universidad de Guadalajara/CUCEI</p>	
13:10 – 13:30	Receso	
13:30 – 14:10	<p><b>Ponencia 3</b>  <b>Fructosilación enzimática de sustratos naturales para la obtención de nuevas moléculas funcionales</b>            Dr. Javier P. Arrizon Gaviño            CIATEJ</p>	
14:10 – 15:00	<p><b>Ponencia 4</b>  <b>Potencial del Cultivo probiótico de <i>Lactobacillus acidophilus</i> ATCC 4356 en maíces nativos antioxidantes de la zona norte de Jalisco</b>            Dra. Martha Fabiola Martín del Campo Solís            CIATEJ</p>	
		<p><b>Exposición – Taller</b>            Créditos para negocios de jóvenes emprendedores y cómo iniciar un negocio</p>



**Quantum Metrología® S.A. de C.V.**  
*Instrumentación para laboratorio*



**IV Congreso en Tendencias en Ciencias de Alimentos y Desarrollo Tecnológico**  
**IV Congress on Trends in Food Science and Technology Development**

**Programa del Jueves 24 de Octubre**

	Sala 1	Sala 2	Sala 3
9:00 – 10:00	<b>Conferencia Plenaria II</b> <b>Materiales compuestos biodegradables: propiedades mecánicas y posibles aplicaciones en envases de alimentos</b> Dr. Erick Omar Cisneros López Universidad de Guadalajara/CUCEI		<b>Taller</b>  <b>Análisis de riesgos y Puntos críticos de control en la Industria</b> Dr. Juan José Varela Hernández Universidad de Guadalajara/CUCI
10:00 – 10:40	<b>Ponencia 5</b> <b>Extrusión de alimentos: formas y texturas</b> Ing. Eduardo Servín Solís Pastas La Moderna		
10:40 – 11:00	<b>Receso</b>		
11:00 – 11:40	Sala 1	Sala 2	
	<b>Ponencia 6</b> <b>Alimentos funcionales</b> Dr. Pedro Guerrero Medina Universidad de Guadalajara/CUCI	<b>Ponencia 7</b> <b>Propiedades tecnológicas y sensoriales de una galleta de avena adicionada con fructanos de agave</b> M.C. José Antonio Morales Hernández	
12:00 – 12:20	<b>Receso</b>		
12:20 – 15:00	<b>Concurso de desarrollo de productos</b> <b>Exposiciones orales</b> (abierto a todos los asistentes)	<b>Área de mamparas</b> Exposición de carteles	



**Quantum Metrología® S.A. de C.V.**  
*Instrumentación para laboratorio*



**IV Congreso en Tendencias en Ciencias de Alimentos y Desarrollo Tecnológico**  
**IV Congress on Trends in Food Science and Technology Development**

## Programa del Viernes 25 de Octubre

	Sala 1
9:00 – 10:00	<b>Ponencia 8</b> <b>Caso de éxito: Galletas de proteína de chapulín</b> LN. Alba Elisa Rodríguez Silva Participante de Shark Tank México
10:00 – 10:20	<b>Receso</b>
10:20 – 11:20	<b>Conferencia Plenaria III</b> <b>3D Food Printing (Impresión de alimentos en 3D)</b> Dra. Zaira Yunuen García Carbajal CIATEJ
11:20 – 12:30	<b>PREMIACIÓN</b> (mejor cartel y concurso de desarrollo de productos) <b>CIERRE Y CLAUSURA DEL CONGRESO</b>
12:30 – 15:00	<b>Brindis – Ballet folclórico</b> Entrega de constancias a asistentes



**Quantum Metrologia® S.A. de C.V.**  
*Instrumentación para laboratorio*



## Contenido

<b>Presentaciones orales</b>			
<b>Ponente</b>		<b>Título</b>	<b>Página</b>
<b>Conferencias plenarias</b>			
Dr. Erick Omar Cisneros López		Materiales compuestos biodegradables: propiedades mecánicas y posibles aplicaciones en envase de alimentos	11
<b>Ponencias</b>			
Dra. Rocío Fonseca Aguiñaga		Procesos alternativos para la obtención de Tequila	12
Dr. Raúl Snell Castro		Valorización de desechos de la industria tequilera	14
Dr. Javier P. Arrizon Gaviño		Fructosilación enzimática de substratos naturales para la obtención de nuevas moléculas funcionales	16
M.C. José Antonio Morales Hernández		Propiedades tecnológicas y sensoriales de una galleta de avena adicionada con fructanos de agave	17
<b>Presentaciones en cartel</b>			
<b>Clave</b>	<b>Autores</b>	<b>Título</b>	<b>Página</b>
AE1	T. Baeza-Melchor, J. De Luna-García, S.M. González-Herrera, L.A. Ochoa-Martínez, O.M. Rutiaga-Quiñones	Evaluación de agentes estabilizantes en un alimento lácteo fermentado tipo Jocoque	19
AE2	T. Baeza-Melchor, B.E. García-Caballero, S.M. González-Herrera, L.A. Ochoa-Martínez, O.M. Rutiaga-Quiñones	Selección y evaluación de cepas ácido lácticas nativas para producir un alimento fermentado tipo Jocoque	22
BA1	T. Sandoval-Contreras, M. Iñiguez-Moreno, L. Garrido-Sánchez y M. Calderón-Santoyo	Modelo predictivo de crecimiento de cepas de <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> aislado de papaya	25
BA2	J.C. Grimaldi-Olivas, D. G. González Núñez, A. Vega-Álvarez, K.V. Pineda-Hidalgo, J. Chávez-Ontiveros, J.A. López-Valenzuela y N.Y. Salazar-Salas	Caracterización de genes de síntesis de almidón y su asociación con la modificación del endospermo en maíz de alta calidad proteínica	28
BA3	M. Iñiguez-Moreno, J.A. Ragazzo-Sánchez, T. Sandoval-Contreras, J.A. Narváez-Zapata y M. Calderón-Santoyo	Recubrimientos de alginato de sodio con <i>Meyerozyma caribbica</i> : biocontrol postcosecha de <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> en aguacate ( <i>Persea americana</i> Mill. cv. Hass)	31
BA4	M. Iñiguez-Moreno, K.N. González-Gutiérrez, J.A. Ragazzo-Sánchez, T. Sandoval-Contreras, J.A. Narváez-Zapata y M. Calderón-Santoyo	Inhibición <i>in vitro</i> de <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> aislado de aguacate ( <i>Persea americana</i> Mill. cv. Hass) por <i>Meyerozyma caribbica</i> en películas de alginato de sodio	34
BA5	M.F. Quintero-Soto, C.M. De la Rocha-Morales, A. Félix-López, M. Vega-Álvarez, J. Chávez-Ontiveros, K.V. Pineda-Hidalgo, N.Y. Salazar-Salas y J.A. López-Valenzuela	Cambios en la expresión de genes y acumulación de proteínas asociados con estrés por baja temperatura y tolerancia	37



## IV Congreso en Tendencias en Ciencias de Alimentos y Desarrollo Tecnológico

### IV Congress on Trends in Food Science and Technology Development

		inducida al daño por frío en frutos de mango Keitt tratados hidrotérmicamente	
<b>BA6</b>	J. Betancourt-Rodriguez, T. Sandoval-Contreras, L. Garrido-Sánchez y M. Calderón-Santoyo	Modelo del crecimiento del hongo <i>Alternaria alternata</i> aislado de papaya ( <i>Carica papaya</i> L.) en función de parámetros ambientales para control de calidad poscosecha	<b>40</b>
<b>CA1</b>	E. Villanueva-Quejia, D. Nolazco-Cama, L. Tellez-Monzon, S. Cerro-Ruiz	Optimización de parámetros del destilado de Uvas Pasas ( <i>Vitis vinifera</i> L.) variedad Italia blanca a través de la evaluación sensorial	<b>43</b>
<b>CA2</b>	J.J. Infante-Santos y M.E. Toribio-Nava	Formulación y caracterización de películas comestibles a base de almidón de papa ( <i>Solanum tuberosum</i> ) y pectina	<b>46</b>
<b>CA3</b>	L M. F. Martínez Peralta, F. G. Rodríguez Herrera, G. C. Díaz Narváez, R. E. Ramírez Carrillo y L. E. Pérez Cabrera	Sustitución en conos-waffle con residuos cerveceros: efecto en valores nutricionales y de textura	<b>49</b>
<b>CA4</b>	M.F. Quintero-Soto, A. Navarro-Leyva, J. Chávez-Ontiveros, N.Y. Salazar-Salas, K.V. Pineda-Hidalgo, J.A. Garzón-Tiznado, F. Delgado-Vargas, y J.A. López-Valenzuela	Caracterización del perfil de proteínas y péptidos bioactivos de genotipos de garbanzo de interés alimentario ( <i>Cicer arietinum</i> L.)	<b>52</b>
<b>CA5</b>	D. Nolazco, L. Téllez, y E. Villanueva	Estudio de la composición química de un aceite esencial naranja terpenado y desterpenado	<b>55</b>
<b>CA6</b>	E. Villarreal-Flores, Y. Estrada-Girón, y V.V.A. Fernández-Escamilla	Efecto de la precocción y deshidratación de camote de cerro ( <i>Dioscorea remotiflora</i> ) sobre la morfología y propiedades de empaste de harinas precocidas	<b>57</b>
<b>CA7</b>	A. Fuentes-Ruiz, A. Arreola-González, M. Domínguez- Espinosa; T. Jaime-Ornelas	Diseño y evaluación de un recubrimiento comestible para alargar la vida de anaquel de Guayaba ( <i>Psidium guajava</i> L)	<b>60</b>
<b>CA8</b>	R.M. Esparza-Merino y Y. Estrada-Girón	Extracción y caracterización de pectinas de cálices de Jamaica ( <i>Hibiscus sabdariffa</i> L.)	<b>63</b>
<b>CA9</b>	V. Gómez-Galván y Y. Estrada-Girón	Composición bromatológica y contenido de ácido fitico de harinas precocidas de camote de cerro ( <i>Dioscorea remotiflora</i> )	<b>66</b>
<b>CA10</b>	A.J. Borrás-Enríquez, E. Reyes-Ventura y L. Moreno-Vilet	Evaluación nutrio-funcional de tres variedades de mangos no comerciales del Estado de Chiapas	<b>69</b>
<b>AI1</b>	E. M. Villanueva-Quejia, N. Martínez-Guerrero, G. Chire-Fajardo, M. Ureña-Peralta	Correlación de la composición proximal de granos de cacao peruano con la conductividad eléctrica para determinar el índice de fermentación	<b>71</b>
<b>TE1</b>	L.A. Tellez-Monzon, B. Hatta-Sokoda, D.M. Nolazco-Cama, M.A Abe-kawashita, R. Torres-Alvares, G. Sanchez-Osorio, M.A. Aranda-Casaverde	Extracción, caracterización y composición del aceite esencial de Eucalipto ( <i>Eucalyptus</i> sp.) obtenido por microondas libre de solventes	<b>74</b>



## IV Congreso en Tendencias en Ciencias de Alimentos y Desarrollo Tecnológico

### IV Congress on Trends in Food Science and Technology Development

<b>TE2</b>	Y. Vázquez-González, J.A Ragazzo-Sánchez y M. Calderón-Santoyo	Extracción de fenoles de hoja de jaca ( <i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam.) mediante métodos emergentes: caracterización y actividad antifúngica	<b>77</b>
<b>TP1</b>	D.A. Gáfaro-Delgado, S.P. Rodríguez-Quintero y M.T. Arias-Peñaranda	Evaluación del potencial de los residuos grasos del pollo para la obtención de biodiesel	<b>80</b>
<b>TP2</b>	M.G. Ventura Muñoz, G.G. Carbajal-Arízaga, L.E. Guerra Rodríguez	Remoción de ácido cítrico de soluciones acuosas mediante el uso de hidróxidos dobles laminares	<b>83</b>
<b>TC1</b>	S.N. Espinoza Miranda, Y. M. Sánchez Ortega y Z. Gómez Cruz	Desarrollo de una tartaleta a base de semillas de linaza, ajonjolí y cacahuete con relleno de mango	<b>85</b>
<b>TC2</b>	O. Chavarin-Ruiz y L. Segura-García	Elaboración y evaluación de una cerveza artesanal con la inclusión de Betabel ( <i>Beta vulgaris</i> L.)	<b>88</b>
<b>TC3</b>	A. Rodríguez-Zúñiga, M. Juárez-García, A. A. Feregrino-Pérez, M. Avila-Ontiveros, F. Ramírez-García y J. Mancillas-Medina	Elaboración de una pasta tipo spaguetti a partir de orujo de uva alta en polifenoles	<b>90</b>
<b>TC4</b>	B. Navarro Toscano y A. C. Benítez Rojas	Diseño, formulación y evaluación bromatológica-sensorial de bebida funcional a base de Amaranto ( <i>Amaranthus hypochondriacus</i> ), Chía ( <i>Salvia hispanica</i> L.) y Pitaya ( <i>Stenocereus pruinosus</i> )	<b>93</b>
<b>TC5</b>	M.M. García Martínez, A.L. Gutiérrez Salomón, E. Contreras López, J. Jaimez Ordaz, A. Castañeda Ovando, L.G. González Olivares, J. Ramírez Godínez	Uso de extractos de plantas medicinales, flores y frutas para la elaboración de una bebida antioxidante baja en calorías	<b>95</b>
<b>TC6</b>	K.R. Morales-Angel, y T.J. Jaime-Ornelas	Desarrollo y evaluación de un totopo a base de harina de amaranto ( <i>amaranthus</i> spp) reventado y harina de arroz ( <i>Oryza sativa</i> L)	<b>98</b>
<b>TC7</b>	M. Cervantes-Medina, P.V. Navarro-Robles, J.A. Nuño-Virgen	Comparación nutrimental de barra de avena y frijol vs avena y garbanzo	<b>101</b>
<b>TC8</b>	M. Ávila-Martínez, M. Rosas- Covarrubias, D. Romo-Ramírez, C. Zamora- Rodríguez, J. Rivas-Miranda	Salchicha de pollo, chía y harina de <i>Tenebrio molitor</i> como alternativa en alimentación	<b>103</b>
<b>TC9</b>	A. Alvarado Ramírez	Tortilla fortificada, alternativa funcional en la alimentación	<b>105</b>
<b>TC10</b>	M. Benitez-Serrano, M. Nayaes-Gómez y T. Jaime-Ornelas	Elaboración y evaluación de un pan de caja con harina integral de trigo y frijol negro ( <i>Phaseolus vulgaris</i> )	<b>108</b>



# Presentaciones

## Orales



**Quantum Metrología® S.A. de C.V.**

*Instrumentación para laboratorio*



**Materiales compuestos biodegradables: Propiedades mecánicas y posibles aplicaciones en envase de alimentos**

Dr. Erick Omar Cisneros López

Las crecientes preocupaciones ambientales por el inadecuado uso y disposición de plásticos derivados del petróleo y los problemas de contaminación asociados a ellos, han impulsado el desarrollo, la producción y aplicaciones de polímeros biodegradables provenientes de recursos renovables. Así mismo, se ha estudiado la combinación de estos biopolímeros con materiales lignocelulósicos, generalmente subproductos agroindustriales disponibles localmente, tal como las fibras de agave, con el fin de generar materiales compuestos más ligeros, económicos, con propiedades específicas superiores y con una mayor biodegradabilidad, con respecto a los polímeros puros. En este sentido, se plantearon tres propuestas de investigación sobre materiales compuestos biodegradables para aplicaciones de un solo uso, como el embalaje o envase de alimentos. Además del estudio de sus propiedades mecánicas, se realizaron estudios de biodegradabilidad en condiciones controladas de compostaje y en ambiente marino.

La primera propuesta plantea la producción de contenedores biodegradables de poli (ácido láctico) (PLA) vía mezclado en seco y moldeo rotacional, reforzados con fibras de agave, subproducto de la industria del tequila. Además de obtener las condiciones adecuadas de procesamiento, los resultados mostraron que los materiales compuestos presentaron una elevada porosidad (de hasta el 60%), lo cual condujo a una reducción de las propiedades mecánicas de los biocompositos. Sin embargo, la adición de fibras de agave produjo un incremento significativo en la velocidad de biodegradación de los materiales en condiciones controladas de compostaje. En la segunda propuesta, se produjeron materiales compuestos empleando una matriz de poli(3-hidroxibutirato-co-3-hidroxivalerato) (PHBV) reforzada con fibras de miscanthus. Los resultados mostraron que la adición de 25% de fibras de miscanthus produjeron un incremento significativo en la biodegradabilidad de los biocompositos en ambientes marinos, sin afectar las propiedades mecánicas. Finalmente, en la tercera propuesta se produjo un aditivo multifuncional a base de aceite de maíz, subproducto de la generación de etanol, con el cual fue posible incrementar la deformación a la ruptura del PLA hasta en 18 veces, lo cual hace posible su uso en aplicaciones de películas biodegradables. De manera general, se apreció que la adición de fibras naturales incrementa de manera importante la biodegradabilidad de los materiales compuestos.



### **Procesos alternativos para la obtención de Tequila**

Dra. Rocio Fonseca Aguiñaga

El Tequila por definición según la NOM-006-SCFI-2012. Bebidas alcohólicas-Tequila-Especificaciones, es una bebida alcohólica regional obtenida por destilación de mostos, preparados directa y originalmente del material extraído, en las instalaciones de la fábrica de un productor autorizado la cual debe estar ubicada en el territorio comprendido en la declaración que otorga la Denominación de Origen (DOT) de la bebida, derivados de las cabezas de la materia prima de la especie *Agave tequilana* Weber variedad Azul. Siendo el territorio de la DOT los 125 municipios de Jalisco, 7 municipios de Guanajuato, 8 municipios de Nayarit, 30 municipios de Michoacán y 11 municipios de Tamaulipas.

El proceso de obtención del tequila consta de las siguientes etapas: registro de las plantaciones de *Agave tequilana* Weber variedad Azul, continúa con la jima, el traslado del agave, hidrólisis y extracción de los azúcares (Inulina y Fructanos), fermentación, destilación para la obtención de ordinario y una segunda destilación para la obtención de tequila blanco, maduración, envasado, análisis fisicoquímicos y comercialización. Existen dos categorías de Tequila que son: **Tequila**, el cual es Elaborado mínimo con 51% de azúcares de *Agave tequilana* Weber variedad Azul y 49% de otros azúcares y **Tequila 100% Agave**, el cual es elaborado 100% con azúcares de *Agave tequilana* Weber variedad Azul. De estas dos categorías se generan 5 clases de producto: Blanco, producto obtenido de la segunda destilación solo se le ajusta el grado alcohólico, Joven, tequila blanco adicionado de abocantes, reposado el cual debe permanecer como mínimo 2 meses en contacto con madera de roble o encino, Añejo en contacto con la madera mínimo 12 meses y el Extra añejo en contacto con la madera mínimo 3 años, en estos últimos dos casos el volumen del recipiente de madera debe ser no mayor a 600L. El tequila cristalino, no se encuentra descrito como otra clase en la NOM-006-SCFI-2012, corresponde a un tequila que ha pasado por la etapa de maduración pero que se ha eliminado el color mediante un proceso de filtración, pero que debe mantener las características que ha adquirido en el añejamiento (maduración). A continuación se describen los equipos utilizados en cada una de las etapas de producción del tequila:

Jima. En la actualidad se utilizan coas y una persona especializada en el manejo de estas, en Australia existen máquinas automáticas para la cosecha del agave, han sido probadas en el proceso del tequila pero el corte es diferente al necesario para el proceso del producto.

Hidrólisis y extracción. La hidrólisis según la norma puede realizarse de tres maneras diferentes: **térmica**, que combina la presencia natural de ácidos orgánicos en la planta y la acción del calor (se utilizan hornos de mampostería y autoclaves), **química**, en la cual se recurre a la adición de ácidos orgánicos o inorgánicos para acelerar la velocidad de reacción (se emplean ácidos inorgánicos como el  $H_2SO_4$ ) y la **enzimática**, se emplean enzimas específicas capaz de romper los diferentes tipos de enlaces en las moléculas de Inulina y Fructanos (por ejemplo inulinasas). La etapa de extracción puede ser de dos tipos: en agave cocido mediante el uso de molinos de 5 etapas o tahonas y en agave crudo en bandas de difusión. Los procesos de hidrólisis pueden realizarse por lotes o en continuo (se utilizan jet cooker que son sistemas de alta temperatura en un lapso de tiempo corto, hasta la fecha no son muy comunes) y para calcular su productividad (kg inulina hidrolizada/h) hay que considerar el tiempo de carga, de cocimiento, de enfriamiento, de descarga, el peso y el %ART del agave crudo.



## IV Congreso en Tendencias en Ciencias de Alimentos y Desarrollo Tecnológico

### IV Congress on Trends in Food Science and Technology Development

La fermentación se realiza actualmente en contenedores de madera y acero inoxidable abiertos, o en contenedores de acero inoxidable totalmente cerrados, los cultivos utilizados en esta etapa pueden ser cultivos puros de *Saccharomyces cerevisiae*, cultivos mixtos provenientes de los jugos, fermentación espontánea.

La destilación tiene lugar en dos etapas de la primera destilación el producto es conocido como ordinario y en la segunda destilación obtenemos el tequila o rectificado. En ambas destilaciones se nombran tres productos: cabezas, corazón (ordinario o tequila) y colas. La destilación puede suceder en proceso batch o en continuo. En el proceso batch se utilizan alambiques de materiales como cobre (el objetivo de este material es secuestrar compuestos azufrados generados durante la fermentación) o acero inoxidable. En el proceso continuo se utilizan columnas de acero inoxidable con platos de cobre o acero inoxidable. Para el cálculo de la eficiencia se deben considerar los volúmenes de las cabezas, colas, vinazas, ordinario y tequila, cada producto con su contenido alcohólico.

Los residuos generados en el proceso de producción del tequila son: pencas, mieles amargas, vinazas, emisiones a la atmósfera (Calderas, cocimiento), bagazo (Crudo o cocido) y residuos peligrosos (recipientes de ácidos). Hablando de que el tequila es una denominación de origen, los factores que influyen son: el hombre, clima, suelo, materia prima (en el caso del Tequila *Agave tequilana* Weber variedad Azul). En este sentido los elementos que conforman la protección a la DOT son: declaratoria de protección a la DOT por el TITULAR Estado Mexicano, Reglas definidas por la Norma Oficial Mexicana NOM 006 para la Calidad del Tequila y Organismo evaluador de la conformidad: Consejo Regulador del Tequila (CRT). Para el caso Tequila el CRT, realiza una verificación permanente in situ, certifica el producto, tiene laboratorios de prueba que analizan los parámetros requeridos por la norma. El CRT está conformado por 4 secciones: La A que corresponde a las empresas tequileras, la B a las asociaciones agrícolas, la C a los envasadores y comercializadores y la D a las autoridades de Gobierno. Los objetivos del CRT son: Verificar y certificar el cumplimiento de la NOM, Salvaguardar la DOT en México y el extranjero, Garantizar al consumidor autenticidad del Tequila y Generar Información oportuna y veraz útil a la cadena productiva Agave-Tequila.

La agroindustria del tequila contribuye al desarrollo regional del país, con los siguientes números: en México se emplea a 2 millones de jornales, 70 mil familias dependen directa e indirectamente, se cuentan con 1 438 marcas nacionales certificadas, 309.1 millones de litros producidos y más de 5 500 millones de pesos en IEPS anual, en el Mundo se exportan 222.7 millones de litros a más de 120 países, el 82.5% a EUA, generan 1 700 millones de dólares en exportación.

Debido a la importancia que tiene la industria y al incremento de su preferencia entre los consumidores de bebidas alcohólicas, se está trabajando en el CRT con nuevas técnicas analíticas que tienen como objetivo complementar las actividades de verificación y certificación in situ, mediante la determinación de isótopos estables de Carbono 13 ( $\delta^{13}C_{VPDB}$ ) y de Oxígeno 18 ( $\delta^{18}C_{VSMOW}$ ), los cuales nos ayudan a identificar el origen del alcohol dependiendo de la materia prima utilizada. Actualmente, se trabaja en el laboratorio de isotopía en la creación de la huella isotópica del tequila mediante el uso de un espectrómetro de masas de relaciones isotópicas.



#### Valorización de desechos de la industria tequilera

Dr. Raúl Snell Castro

Los combustibles fósiles han sido explotados como una fuente energética primaria a pesar de las limitadas reservas disponibles en el planeta y el constante deterioro del ambiente causado por su combustión para el aprovechamiento energético. En este sentido, el constante aumento en la demanda energética a nivel mundial, ha impulsado la búsqueda de recursos energéticos alternativos. Entre estos recursos, los combustibles gaseosos como el metano e hidrógeno son una alternativa prometedora, ya que poseen un elevado contenido energético por unidad de masa equivalente a 55 y 122 kJ/g, respectivamente. En este contexto, surge el Clúster Biocombustibles gaseosos del Centro Mexicano de Innovación en Energía, que tiene como objetivo trabajar en conjunto sobre proyectos dedicados a desarrollar tecnologías, productos y servicios, que permitan a nuestro país aprovechar su enorme potencial en las principales energías renovables en forma de biomasa para la producción de biocombustibles, siendo los desechos tequileros como el bagazo y las aguas residuales biomasa potencial para lograr dicho objetivo. La misión de dicho clúster es llevar a cabo investigación aplicada, desarrollo tecnológico e innovación en temas de aprovechamiento de residuos orgánicos para la producción de bioenergía, en este caso, biocombustibles; teniendo como visión crear centros de investigación en bioenergía con mayor desarrollo de tecnologías de alto impacto y formación recursos humanos especializados. El reto del Clúster Biocombustibles gaseosos es lograr que el 5% de la energía eléctrica generada en 2027 sea a partir de metano e hidrógeno derivados de biomasa residual.

En la actualidad, los residuos provenientes de la industria tequilera representan un sustrato potencial para los bioprocesos de digestión anaerobia para la producción de metano e hidrógeno. Las aguas residuales tequileras conocidas como vinazas tequileras son un residuo líquido de color café rojizo generado después de dos destilaciones aplicadas a los mostos o jugos fermentados durante el proceso de elaboración del tequila. La cantidad de vinazas generadas equivalen a 10 litros por cada litro de tequila producido y se consideran un agua residual compleja debido a sus características fisicoquímicas como  $\text{pH} < 4$  y su alto contenido de materia orgánica (30-80 g DQO/L) (Méndez-Acosta et al., 2010). Las vinazas son un sustrato potencial para la producción de metano e hidrógeno debido a dicho contenido de materia orgánica, que es usada como sustrato por una comunidad microbiana metanogénica (Arreola-Vargas et al., 2018; Toledo-Cervantes et al., 2018). En los bioprocesos para la producción de metano se obtiene un biogás, que tiene concentraciones del 80 al 60% de metano y 20 al 40% de dióxido de carbono. La competitividad de este biogás en el mercado frente al gas natural implica incrementar la concentración del metano hasta 90% para aumentar su calor específico; este incremento se realiza mediante una estrategia de acondicionamiento del biogás usando fotobiorreactores con microalgas o cianobacterias para fijar el dióxido de carbono del biogás. En el contexto de una biorefinería, la biomasa microalgal sería utilizada como sustrato en los bioprocesos de digestión anaerobia para producir más biogás rico en metano. También se pueden utilizar microalgas que produzcan algún metabolito de interés industrial como precursores de bioplásticos, que acumula la microalga durante su crecimiento usando como fuente de carbono el dióxido de carbono contenido en el biogás (Choix et al., 2017, Ramos-Ibarra et al., 2019).

En el bioproceso para la producción de hidrógeno, denominado fermentación oscura, usando como sustrato vinazas tequileras, no se utiliza una comunidad metanogénica sino hidrogenogénica; la comunidad productora de hidrógeno se logra sometiendo el inóculo a un proceso de selección de las poblaciones microbianas mediante un tratamiento térmico al inóculo para lograr la esporulación de las bacterias productoras de hidrógeno; entonces, las esporas obtenidas serán usadas como inóculo en los bioprocesos productores de hidrógeno. Otra estrategia es aplicar un cambio de pH hasta valores cercanos a 5.5 para



favorecer la presencia de las bacterias productoras de hidrógeno y eliminar a los microorganismos consumidores de hidrógeno. Sin embargo, las comunidades productoras de hidrógeno usadas en estos bioprocesos ambientales no compiten bien con los microorganismos introducidos al bioproceso a través del sustrato, ya sea vinaza o hidrolizado de bagazo tequilero, lo que ocasiona que la comunidad hidrogenogénica sea sustituida por otros microorganismos hasta en un 90%, afectando negativamente la producción de hidrógeno debido a la competencia por los sustratos. Por otra parte, el bagazo de *Agave tequilana* var. *azul* es un residuo lignocelulósico complejo generado en grandes cantidades durante la molienda de la piña de agave cocida y la extracción de jugos para la producción del tequila, obteniéndose 1.4 kg bagazo por cada litro de tequila producido. Al ser el bagazo tequilero un residuo lignocelulósico se requiere un pretratamiento para la obtención de azúcares de la matriz de celulosa y hemicelulosa. Entre los pretratamientos evaluados con el fin de valorizar este residuo, la hidrólisis ácida ha permitido la obtención de azúcares fermentables a un menor costo comparado con otros métodos físicos y químicos. A partir de estos hidrolizados de bagazo tequilero se han logrado altas producciones de biogás rico en metano mediante bioprocesos de digestión anaerobia usando comunidades microbianas metanogénicas (Arreola-Vargas et al., 2015; Bretón-Deval et al., 2018; Snell-Castro et al., 2019). Sin embargo, la producción de hidrógeno a partir de dichos hidrolizados usando comunidades bacterianas productoras de hidrógeno no es viable debido a las altas concentraciones de compuestos inhibitorios como furfural, 5-hidroximetilfurfural y ácidos orgánicos, que afectan a las pocas poblaciones hidrogenogénicas, que logran competir por los sustratos.

En conclusión, las vinazas tequileras y los hidrolizados ácidos de bagazo de agave son sustratos viables para la producción de metano e hidrógeno mediante digestión anaerobia. Dichas vinazas también son un sustrato viable para la producción de hidrógeno. Es importante mencionar, que este esquema de biorefinería puede aplicarse a cualquier agua residual y residuos lignocelulósicos (caña, maíz, trigo, etc.) de la industria agroalimentaria.

## Referencias

- Snell-Castro, R., Méndez-Acosta, H. O., Arreola-Vargas, J., González-Álvarez, V., Pintado-González, M., González-Morales, M. T. y Godon, J. J. (2019). Active prokaryotic population dynamics exhibit high correlation to reactor performance during methane production from acid hydrolysates of *Agave tequilana* var. *azul* bagasse. *Journal of Applied Microbiology*. 126(5), 1618-1630.
- Ramos-Ibarra, J. R., Snell-Castro, R., Neria-Casillas, J. A., & Choix, F. J. (2019). Biotechnological potential of *Chlorella* sp. and *Scenedesmus* sp. microalgae to endure high CO<sub>2</sub> and methane concentrations from biogas. *Bioprocess and biosystems engineering*, 1-8.
- Toledo-Cervantes, A., Guevara-Santos, N., Arreola-Vargas, J., Snell-Castro, R. y Méndez-Acosta, H. O. (2018). Performance and microbial dynamics in packed-bed reactors during the long-term two-stage anaerobic treatment of tequila vinasses. *Biochemical Engineering Journal*. 138, 12-20.
- Breton-Deval, L., Méndez-Acosta, H. O., González-Álvarez, V., Snell-Castro, R., Gutiérrez-Sánchez, D. y Arreola-Vargas, J. (2018). Agave tequilana bagasse for methane production in batch and sequencing batch reactors: Acid catalyst effect, batch optimization and stability of the semi-continuous process. *Journal of Environmental Management*. 224, 156-163.
- Arreola-Vargas, J., Snell-Castro, R., Rojo-Liera, N. M., González-Álvarez, V. y Méndez-Acosta, H. O. (2018). Effect of the organic loading rate on the performance and microbial populations during the anaerobic treatment of tequila vinasses in a pilot-scale packed bed reactor. *Journal of Chemical Technology & Biotechnology*. 93(2), 591-599.
- Choix, F. J., Snell-Castro, R., Arreola-Vargas, J., Carbajal-López, A. y Méndez-Acosta, H. O. (2017). CO<sub>2</sub> Removal from Biogas by Cyanobacterium *Leptolyngbya* sp. CChF1 Isolated from the Lake Chapala, Mexico: Optimization of the Temperature and Light Intensity. *Applied Biochemistry and Biotechnology*. 183(4), 1304-1322.
- Arreola-Vargas, J., Ojeda-Castillo, V., Snell-Castro, R., Corona-González, R. I., Alariste-Mondragón, F., and Méndez-Acosta, H. O. (2015). Methane production from acid hydrolysates of Agave tequilana bagasse: evaluation of hydrolysis conditions and methane yield. *Bioresource technology*, 181, 191-199.
- Mendez-Acosta, H. O.; Snell-Castro, R.; Alcaraz-Gonzalez, V.; González-Álvarez, V. and Pelayo-Ortiz, C. (2010). Anaerobic treatment of Tequila vinasses in a CSTR-type digester. *Biodegradation*. 21(3): 357-363.



#### Fructosilación enzimática de sustratos naturales para la obtención de nuevas moléculas funcionales

Dr. Javier P. Arrizon Gaviño

La ingesta de moléculas bioactivas tales como los compuestos fenólicos es importante para la prevención y/o combate de enfermedades crónico-degenerativas asociadas a procesos celulares oxidativos, esta propiedad se debe a su capacidad de secuestrar radicales libres. Estos compuestos se encuentran presentes de manera natural en frutas y vegetales, normalmente son moléculas no polares cuya solubilidad depende de la estructura molecular de las mismas (número de anillos aromáticos, número de hidroxilos y si están o no glicosiladas). La baja solubilidad de los compuestos fenólicos puede afectar su biodisponibilidad, ya que se dificulta la absorción de ellos por las células epiteliales. Una estrategia para incrementar la solubilidad a los compuestos fenólicos es unirles una molécula altamente hidrofílica, como es el caso de los azúcares (Herrera-González et al 2017). Esta unión se puede realizar mediante la glicosilación química o enzimática. El primer método involucra la protección y desprotección de hidroxilos generando una gran cantidad de residuos tóxicos, la segunda opción utiliza enzimas con la capacidad de transglicosilar moléculas (transferencia de azúcares), la cual puede o no requerir solventes, reacción más específica con menor generación de residuos, por lo que es una tecnología más amigable con el medio ambiente, clasificada incluso como química verde o biotecnología blanca. Estas reacciones enzimáticas se han realizado con dos tipos de enzimas transglicosilantes, i) Leloir y ii) No-Leloir, las primeras requieren un azúcar activado, UDP-glucosa (sustrato muy caro) la mayoría de las veces y las segundas usan un disacárido que funciona como donador y aceptor de un monosacárido. Las más interesantes desde un punto de vista industrial son las No-Leloir, ya que pueden usar como sustratos sacarosa o lactosa, los cuales son abundantes y baratos. Dentro de las enzimas que usan sacarosa como sustrato se encuentran aquellas de las familias GH32 y GH68 que tienen actividad fructosiltransferasa y pueden unir moléculas de fructosa para la obtención de fructobioconjugados (Herrera-González et al 2017). Para reacciones de fructosilación enzimática de compuestos fenólicos, la concentración de sacarosa, la concentración del compuesto fenólico, la cantidad de enzima y el tiempo de reacción, son los factores más significativos que influyen en el porcentaje de conversión. Para estas enzimas, el compuesto fenólico no es su sustrato natural, por lo que se requiere de enzimas con actividad fructosiltransferasa que no sean muy específicas para formar los enlaces  $\beta$ -glicosídicos, que normalmente tienen cavidades del sitio catalítico mayores, que permite el acoplamiento de moléculas complejas como fenólicos de uno o varios anillos aromáticos, lo que les confiere promiscuidad catalítica para reconocer a los compuestos fenólicos como aceptores (Nuñez-Lopez et al 2019). En particular al probar varios tipos de enzimas de las familias GH32 y GH68, se encontró que las levansacarsas (GH68) de bacterias Gram negativas son las mejores. En particular la proveniente de *Gluconacetobacter diazathrophicus* fructosila moléculas fenólicas de diferentes familias químicas, en el caso de los flavonoides puerarina y florizina, se alcanzaron porcentajes de conversión de 93 y 80 % y sus monofructosidos tuvieron un incremento en la solubilidad de 20 y 15 veces respectivamente (Nuñez-Lopez et al 2019; Herrera-González et al *en Prensa*).

#### Referencias

- Herrera-González A et al (2017) Functionalization of natural compounds by enzymatic fructosylation. *Appl Microbiol Biotechnol*, 101, 5223-5234.
- Núñez-López G et al (2019) Fructosylation of phenolic compounds by *Gluconacetobacter diazathrophicus*. *Enzyme Microb Technol*, 122, 19-25.
- Herrera-González et al (2019) Novel phenolic fructosides from florizin synthesized by a *Gluconacetobacter diazathrophicus* levansucrase. *Enzyme Microb Technol* (En prensa).



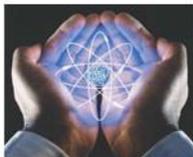
## **Propiedades tecnológicas y sensoriales de una galleta de avena adicionada con fructanos de agave**

M.C. José Antonio Morales Hernández

El principal objetivo de este trabajo de investigación fue evaluar el desempeño, como ingrediente, de los fructanos de agave en una galleta de avena. Considerando que la inulina es un fructano ampliamente arraigado en la industria alimentaria y sería la principal competencia de los fructanos de agave, el presente trabajo estuvo orientado en hacer un comparativo de las propiedades tecnológicas y sensoriales de las galletas formuladas con inulina de achicoria o con fructanos de agave. También se analizaron las masas para tener un panorama más amplio del rol que desempeñan, como ingredientes, los diferentes tipos de fructanos involucrados en este estudio (fructanos de agave e inulina). Las determinaciones realizadas, a las masas, con el farinografo, mostraron que la presencia de fructanos: reduce la adsorción de agua, incrementa el tiempo de desarrollo de la masa y mejora la estabilidad durante el amasado, esto en comparación con la formulación que no contenía ningún tipo de fructano; por otro lado, al comparar las formulaciones que contenían algún tipo de fructano (de agave o inulina), se observó que los fructanos de agave reducen aún más la adsorción de agua, con un menor tiempo de desarrollo y una mayor estabilidad durante el amasado. El análisis de perfil de textura y las pruebas dinámicas de oscilación, mostraron que los fructanos de agave incrementan el valor de la elasticidad de las masas; mientras que, la presencia de inulina disminuye la elasticidad, todo en comparación con la formulación que no contenía ningún tipo de fructano. Ya en el producto horneado, las galletas elaboradas con inulina, fructanos de agave o las que no contenían ningún tipo de fructano mostraron diferencias significativas en la morfología, color, textura y microestructura. Los fructanos de agave propiciaron galletas con microestructura más compacta, microarreglo más cristalino y homogéneo, lo anterior se observó por medio de las imágenes obtenidas con un estereomicroscopio, microscopio confocal y sustentado por medio del análisis de difracción por rayos X. El desarrollo de las propiedades tecnológicas, descritas en las líneas anteriores, impactó en el desarrollo de características que resultaron de interés en la evaluación sensorial, donde se observaron diferencias significativas en todos los perfiles evaluados (textura, aroma y sabor). Las galletas con fructanos de agave o inulina presentaron el mayor nivel de crujencia y firmeza, respectivamente. El mayor nivel de aroma a masa se observó en las galletas que no contenían ningún tipo de fructano, la galleta Quaker® de avena, incorporada en esta etapa para del estudio para comparar las galletas formuladas con una que ya se encuentra en el mercado, se percibió como la galleta más dulce. Las galletas adicionadas con fructanos de agave o inulina fueron las que obtuvieron el mayor nivel de agrado. Por medio del análisis de cartografía de preferencias, se observó que las valoraciones, de las galletas con fructanos de agave o inulina, dependían principalmente de los atributos: firmeza, crujencia, aroma a vainilla y olor a tostado. Estos hallazgos apoyan la importancia de considerar las diferencias en las estructuras químicas, de las moléculas adicionadas (fructanos de agave-ramificados, inulina-lineal), sobre el desarrollo de las propiedades tecnológicas y sensoriales de un producto alimenticio, pues las interacciones fisicoquímicas que se forman en el producto, para su desarrollo, se ven afectadas.



# Presentaciones en Cartel



**Quantum Metrología® S.A. de C.V.**

*Instrumentación para laboratorio*



AE1

### **Evaluación de agentes estabilizantes en un alimento lácteo fermentado tipo Jocoque**

T. Baeza-Melchor, J. De Luna-García, S.M. González-Herrera, L.A. Ochoa-Martínez, O.M. Rutiaga-Quñones  
Unidad de Posgrado, Investigación y Desarrollo Tecnológico. Tecnológico Nacional de México/ Instituto  
Tecnológico de Durango. Blvd Felipe Pescador 1830, Nueva Vizcaya, 34080 Durango, Dgo.

Correo electrónico: thalia.baezam@gmail.com

**Palabras clave:** Estabilizante, jocoque, BAL.

#### **Introducción**

El Jocoque es un alimento fermentado producido artesanalmente y debido a su corta vida de anaquel es difícil encontrarlos en el mercado, siendo esto, alguno de los motivos por lo que es muy poco estudiado, pero siendo de gran interés debido a que además de su alto valor nutricional, se le pueden atribuir diversos beneficios para la salud al ser un alimento fermentado por bacterias ácido lácticas (BAL). Este alimento al igual que el resto de productos lácteos gelificados y acidificados como el yogur, requieren de una estabilidad física, donde no exista el fenómeno conocido como sinéresis (separación entre el sólido y el líquido), provocando así, condiciones de mala calidad en el producto logrando obtener rechazo por el consumidor. Debido a esto, la adición de un estabilizante para lograr que el producto conserve sus características ideales por un mayor tiempo es importante, ya que el papel que juegan éstos es el de reducir y/o evitar la separación del suero, manteniendo el equilibrio sólido-líquido por más tiempo al lograr obtener las condiciones necesarias para que el producto presente las características fisicoquímicas y sensoriales deseadas, así como también una mayor durabilidad. Por lo que, el objetivo general de este trabajo fue Evaluar el cambio de las características fisicoquímicas de un alimento lácteo fermentado tipo Jocoque adicionado con diferentes estabilizantes.

#### **Materiales y métodos**

En trabajos previos se aislaron diversas cepas de BAL, a cuatro de estas se les realizó cinética de crecimiento en leche como medio nutritivo, obteniendo parámetros de pH y cuenta viable. Estos datos fueron utilizados para la elaboración de diversas mezclas inoculadas con 10% v/v del cultivo iniciador, obteniendo dos con mayor aceptabilidad, las cuales fueron: mezcla 1: ZC-101-1, ZM-103-1 y ZM-104-1, mezcla 2: ZC-101-1, ZM-104-1 y ZM-105-1. Para la elaboración de estos cultivos iniciadores, se realizó una reactivación de las cepas en medio MRS por incubación a 24h/37°C y 10% CO<sub>2</sub>, posteriormente, se centrifugaron a 6000rpm/5min y el pellet obtenido se pasó a 10mL de leche reconstituida al 10% y se incubaron a las mismas condiciones. Transcurrido este proceso, se realizaron las mezclas por triplicado en matraces Erlenmeyer, los cuales ya contenían 135mL de leche estéril, se añadieron las tres cepas de cada mezcla por inoculación al 10% v/v y se incubaron en las condiciones anteriores. Al término del tiempo de incubación se observó la formación del coagulo del Jocoque y la separación del lactosuero, el cual se retiró. A cada Jocoque se le añadió el 0.5% p/v del estabilizante a evaluar (goma Guar, goma Xantana y Fructanos de agave) y se mezclaron agitándolos perfectamente y se midieron diversos parámetros como: pH (NOM-155-SCFI-2012), consistencia (NMX-F-322-S-1978), acidez titulable (NOM-155-SCFI-2012) y cuenta viable (Tong, 2012) a los 0, 3 y 5 días en almacenamiento a 4°C.

#### **Resultados y discusión**

Los resultados obtenidos en los análisis se muestran en la Tabla 1, en la cual se observa que lo que respecta a la concentración de UFC/ML durante el almacenamiento, las BAL seguían en aumento aun

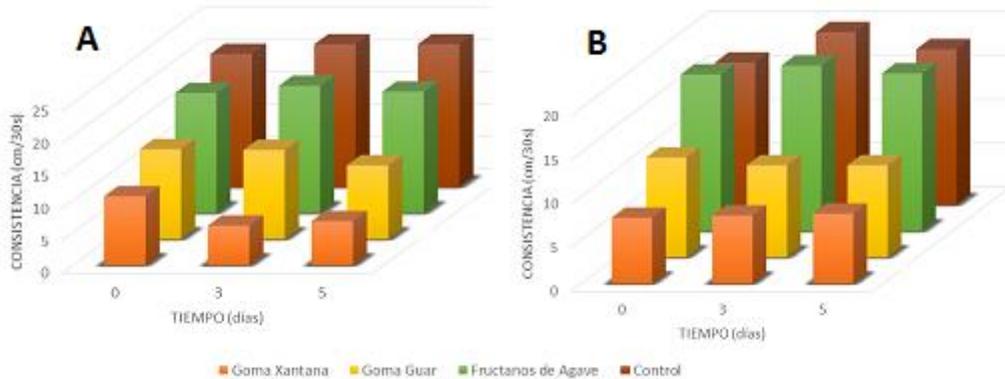


en condiciones de refrigeración, Sin embargo, al comparar el crecimiento de éstas con cada estabilizante, se observó que la mezcla 1 con la goma Guar llegó a una mayor concentración en el día 5, mientras que con la goma Xantana el crecimiento se mantuvo casi constante durante este tiempo. Por otro lado, en la mezcla 2 la tendencia del crecimiento de las bacterias con los tres estabilizantes es muy similar, alcanzando valores máximos a  $3E+14$  UFC/mL. Sin embargo, los fructanos de agave presentaron un crecimiento de  $5.0E+14$  UFC/mL. Los resultados de los parámetros fisicoquímicos se muestran en la Tabla 1. En la Mezcla 1. el pH del control (mezcla sin estabilizante) está entre 4.68 y 4.76 y tiene un porcentaje de acidez ( % de ácido láctico) entre 0.65% y 0.68%. La mezcla adicionada con goma Guar al día 0 tuvo un pH de 4.94 y presentó un cambio a 5.14 después de 5 días de almacenamiento. La mezcla adicionada con la goma Xantana presentó un pH inicial de 4.74 y una ligera disminución al 5º día 4.72. Por otro lado, la mezcla adicionada con fructanos de Agave el pH se mantuvo prácticamente estable (4.71-4.75). Por otro lado, la acidez presentada por los Jocoques sin adición de Estabilizante, con Goma Guar y con Fructanos de Agave fue de (0.68% ácido láctico) y solo el Jocoque adicionado con goma Xantana presentó un aumento en la acidez a 0.71%. Las características de pH y acidez presentadas por el Jocoque obtenido con la mezcla 2 de BAL, presentó un cambio de pH respecto al tiempo de almacenamiento en todos los casos, presentando un pH entre 4.42-4.54, el jocoque adicionado con fructanos de agave, no presentó cambios ( 4.70-4.74). La concentración de ácido láctico fue mayor en el Jocoque con goma Xantana.

**Tabla 1.** Resultados de análisis fisicoquímicos en mezcla 1 y mezcla 2 de Jocoque.

Estabilizante	Parámetro Fisicoquímico	Mezcla 1 (ZC-101, ZM-103, ZM-104)			Mezcla 2 (ZC-101, ZM-103, ZM-105)		
		t <sub>0</sub> =0 días	t <sub>1</sub> =3 días	t <sub>2</sub> =5 días	t <sub>0</sub> =0 días	t <sub>1</sub> =3 días	t <sub>2</sub> =5 días
Control	pH	4.68±0.01	4.71±0.01	4.76±0.00	4.46±0.02	4.48±0.01	4.49±0.00
	Acidez (% Ac. Láctico)	0.68±0.07	0.68±0.07	0.65±0.21	0.76±0.35	0.73±0.07	0.72±0.07
Goma Guar	pH	4.94±0.04	5.01±0.05	5.14±0.05	4.42±0.00	4.46±0.06	4.42±0.07
	Acidez (% Ac. Láctico)	0.65±0.02	0.60±0.50	0.68±0.10	0.84±0.67	0.81±0.34	0.71±0.29
Goma Xantana	pH	4.74±.31	4.72±0.27	4.72±0.29	4.43±0.05	4.51±0.01	4.54±0.01
	Acidez (% Ac. Láctico)	0.67±1.26	0.71±1.26	0.70±1.07	1.05±1.77	0.81±1.01	0.65±0.12
Fructanos de Agave	pH	4.71±0.01	4.75±0.07	4.75±0.08	4.70±0.05	4.74±0.00	4.74±0.03
	Acidez (% Ac. Láctico)	0.68±0.08	0.60±0.30	0.60±0.43	0.69±1.07	0.65±0.79	0.70±0.26

Uno de los parámetros muy importantes en los alimentos fermentados, es la consistencia, con la adición de los estabilizantes, la consistencia de estos mejoró (figura 1), presentando que con la mezcla 1, la adición de goma Guar favorece la textura y presentan mayor cremosidad, con la adición de la goma Xantana se presenta más grumosidad.



**Figura 1.** Consistencia de la mezcla 1 (A) y mezcla 2 (B) control y con estabilizante respecto al tiempo (0, 3 y 5 días).

Por otro lado, con la adición de fructanos de Agave presenta un comportamiento semejante al Jocoque sin adición de estabilizante, cremosa pero más fluida. Por otro lado, en la formulación del Jocoque 2, se observa que presentan una consistencia más cremosa y textura grumosa con la adición de ambas gomas. El aroma y sabor de los Jocoques no se modificó con la adición de Goma Xantana y Fructanos de agave, sin embargo, con la goma Guar, presentó un ligero cambio en el olor.

### Conclusiones

La obtención de un alimento fermentado tipo Jocoque es posible obtener con las BAL utilizadas como cultivos iniciadores, al adicionar estabilizantes para mejorar su textura y consistencia, se encontró que la adición de Goma Xantana favorece estos parámetros, las condiciones evaluadas no presentan cambios fisicoquímicos en los días evaluados y siguen manteniendo y aumentando el crecimiento de las BAL, lo que le pudiera conferir características funcionales como alimento probiótico.

### Referencias

1. Caballero, B. G., Rios, R. M., Pensaben, M., Carrera, M. V., Vazquez, Z. R., Herrera, S. G., . . . Quiñones, O. R. (2018). Jocoque. Un alimento lácteo fermentado tradicional con potencial funcional. *Agroproductividad*, 107-111.
2. Espinosa, H., & Urias, E. (2012). Evaluación de las propiedades térmicas de fructanos de agave. *Academia Mexicana de Investigación y Docencia de Ingeniería Química*, 1-5.
3. Luna, D. N., & Morí, K. R. (mayo de 2012). *Evaluación del efecto de la adición de hidrocoloides en una bebida granizada de yogur con sabor a café*. Quito.
4. OMS, & FAO. (2011). *CODEX ALIMENTARIUS*. Obtenido de Leche y Productos Lácteos: <http://www.fao.org/3/a-i2085s.pdf>



AE2

#### Selección y evaluación de cepas ácido lácticas nativas para producir un alimento fermentado tipo Jocoque

T. Baeza-Melchor, B.E. García-Caballero, S.M. González-Herrera, L.A. Ochoa-Martínez, O.M. Rutiaga-Quñones  
Unidad de Posgrado, Investigación y Desarrollo Tecnológico. Tecnológico Nacional de México/ Instituto  
Tecnológico de Durango. Blvd Felipe Pescador 1830, Nueva Vizcaya, 34080 Durango, Dgo.  
Correo electrónico: thalia.baezam@gmail.com

**Palabras clave:** Jocoque, cultivo iniciador, bacterias lácticas.

#### Introducción

Los alimentos lácteos fermentados son producidos por la acción de microorganismos vivos, que generan modificaciones en la composición de la leche, proporcionándole características particulares como producto fermentado. Las bacterias lácticas (BAL) realizan la fermentación láctica y estas bacterias están representadas por varios géneros con características morfológicas, fisiológicas y metabólicas en común y se les atribuyen diversas funciones que les confieren diversas características a los productos lácteos. Las BAL están catalogadas como probióticos que son “Aquellos cultivos puros, o mezcla de cultivos de microorganismos vivos, que aplicados al hombre y los animales en concentraciones adecuadas aportan efectos benéficos al huésped mejorando las propiedades de la microbiota nativa” En el grupo de leches fermentadas, se encuentra el Jocoque que es una preparación de gusto ácido hecha de leche entera, que se toma siempre frío, su nombre deriva del náhuatl “xococ”, que significa “cosa agria” [5]. En Durango, se elabora a nivel artesanal y semi-industrial a partir de la fermentación de leche fresca (bronca), entera, incubada a temperatura ambiente por un tiempo variable que le confiere diferentes características [1]. En nuestro grupo de trabajo, se han aislado cepas nativas de este alimento, por lo que, el objetivo de este trabajo, es la evaluación de las cepas nativas para desarrollar un cultivo iniciador que presente las características microbiológicas, tecnológicas y fisicoquímicas para producir un alimento lácteo fermentado tipo Jocoque.

#### Materiales y métodos

Se evaluaron mezclas de bacterias ácido lácticas aisladas del Jocoque de Durango [4], las cuales fueron evaluadas de manera individual y en mezclas para la fermentación de la leche. Seleccionando aquellas formulaciones que produjeran un alimento fermentado tipo Jocoque. Se evaluaron cuatro cepas identificadas como *Lactococcus sp* (ZC-101-1, ZM-103-1, ZM-104-1, ZM-105-1), se realizó una cinética de crecimiento en leche. Para dichas cinéticas se llevó a cabo una reactivación de las cepas en medio MRS, incubadas a 37°C/24h y 10% CO<sub>2</sub>, posteriormente, se recuperó el pellet celular, por centrifugación a 6000rpm/4min, se resuspendió en 10mL de leche reconstituida al 10%, para ser considerado el Pre-inóculo, incubado a 37°C/24h y 10% CO<sub>2</sub>. Posteriormente, se evaluó el crecimiento microbiano a las 0, 4, 8, 12, 24, 48 h, incubando en las mismas condiciones, se midieron parámetros como pH (NOM-155-SCFI-2012) y cuenta viable por micro gota. (Tong, 2012) y características físicas de la formación del precipitado de las proteínas.

Se evaluaron 2 combinaciones de las cepas, dando lugar a 2 tipos de mezclas para la producción del alimento fermentado tipo Jocoque. Se realizó un inóculo 33% de cada cepa, las cuales fueron inoculadas con 10%v/v en 150 mL de leche entera reconstituida. Se incubaron durante 24 h a 37°C, en 10% de CO<sub>2</sub>, transcurrido este tiempo, se retira el lactosuero, se mezcla y se evaluaron parámetros fisicoquímicos del alimento fermentado como: pH (NOM-155-SCFI-2012), consistencia (NMX-F-322-S-1978), acidez titulable (NOM-155-SCFI-2012) y cuenta viable. Estos parámetros se evaluaron a los 0, 3 y 5 días de almacenamiento a 4°C.



### Resultados y discusión

Gracias a la elaboración de las cinéticas, se pudo observar la velocidad de duplicación ( $\mu$ ) y el tiempo de duplicación ( $t$ ) de las BAL, también si son capaces de acidificar el medio (leche), de igual manera nos permitió observar si lograba precipitar la caseína (formación del coagulo) y si hay desprendimiento de aroma. Como se observa en la Tabla 1, la cepa ZM-105 es la que cuenta con un tiempo de duplicación mas corto al indicar que cada 3.14h se duplica la concentración, pudiéndose relacionar con la concentración de células/mL ya que a las 24h contaba con  $7.87E11$  UFC/mL siendo la más alta de las cuatro, en esta misma cepa el pH alcanzado fue de 6.45, formando un coagulo muy débil. Por otro lado, las cepas ZC-101 y ZM-103 tuvieron un tiempo de duplicación similar 3.97 y 3.88h, pero con una concentración diferente de  $7.5E11$  UFC/mL y  $3.97E10$  UFC/mL respectivamente. En cuanto al pH fue de 5.65 y 6.37 con formación de coagulo débil y fuerte correspondientemente. Finalmente, la cepa ZM-104 es la que tuvo el tiempo de duplicación mas alto al tener un valor de 4.52h alcanzando una concentración de  $1.07E10$  UFC/mL, fue también esta cepa la que alcanzó el valor de pH mas bajo de 5.16 logrando la formación de un coagulo muy fuerte. Con lo anterior, se observó que en comparación con lo reportado por Ramírez- López (2016) que determinó la tasa de crecimiento de *Lactobacillus paracasei*, *Lactobacillus plantarum* y *Lactococcus lactis* era un promedio de  $1 \times 10^9$  en medio MRS, siendo esta menor a la obtenida en estas BAL en leche. Mientras que los valores de pH según lo reportado por Jurado- Gámez et al., (2015) en la fase exponencial de *L. lactis* fue de 4,26 en el pH en el medio MRS, mientras que en el estudio el valor más bajo de pH fue cercano a 5.0.

**Tabla 2.** Tiempo de duplicación, UFC/mL, pH y observaciones de las cepas ZC-101, ZM-103, ZM-104 y ZM-105.

Cepa	$\mu$	t	UFC/mL 24h de fermentación	pH
ZC-101	0.1748	3.97	$7.5 \times 10^{11}$	5.65
ZM-103	0.1785	3.88	$3.97 \times 10^{10}$	6.37
ZM-104	0.1535	4.52	$1.07 \times 10^{10}$	5.16
ZM-105	0.2208	3.14	$7.87 \times 10^{11}$	6.45

Respecto al crecimiento de las BAL utilizadas en las formulaciones obtenidas de las mezclas de las BAL para la elaboración de Jocoque, se muestran en la Tabla 2., después de la fermentación, se observa que cuentan con concentraciones similares de BAL. El comportamiento del crecimiento de la BAL en almacenamiento, fue distinto para ambas mezclas, teniendo una velocidad de crecimiento más alta la mezcla 2. Las concentraciones a los 5 días son ( $1 \times 10^{12}$  a  $1 \times 10^{17}$  UFC/mL). De esta manera, se cumple con lo mencionado en el Codex internacional, donde se exige que se mantenga una concentración mínima de  $10^6$  UFC/g. En cuanto a la acidez, la mezcla 2 se mantiene estable durante los 5 días de almacenamiento (6.9-6.5), los valores de pH en ambas mezclas oscilan en valores cercanos a 4, en la mezcla 1 el pH se mantiene casi constante los primeros 3 días y desciende un poco a los 5 días llegando a valores de 4.7, mientras que en la mezcla 2 fue el caso contrario, ya que se inició con un valor de 4.46 y el quinto día del almacenamiento llega a valores de 4.49, todo esto nos permite conocer que estas son cepas adecuadas para un cultivo iniciador según Ramírez-López (2016) que indico que aquellas cepas que obtienen un pH menor a 5.4, después de 6 h de incubación a 30°C son las correctas para esto.

**Tabla 2.** Resultados de análisis fisicoquímicos en mezcla 1 y mezcla 2 de Jocoque.

MEZCLA	TIEMPO (días)	UFC/mL	ACIDEZ (g Ac. Láctico /L)	pH	CONSISTENCIA (cm/30s)
1	0	$2.05E+12$	$6.06 \pm 0.47$	$4.845 \pm 0.04$	$21 \pm 0.00$



## IV Congreso en Tendencias en Ciencias de Alimentos y Desarrollo Tecnológico

### IV Congress on Trends in Food Science and Technology Development

	3	*	$5.79 \pm 0.32$	$4.895 \pm 0.04$	$21 \pm 0.70$
	5	$3.5E+17$	$5.40 \pm 0.98$	$4.780 \pm 0.02$	$18.75 \pm 0.35$
2	0	$5.3E+13$	$6.89 \pm 0.35$	$4.463 \pm 0.02$	$16.25 \pm 1.06$
	3	$4.2E+17$	$6.62 \pm 0.07$	$4.490 \pm 0.01$	$19.75 \pm 1.76$
	5	**	$6.53 \pm 0.07$	$4.493 \pm 0.00$	$17.75 \pm .35$

\*Diluciones realizadas (-9,-10 y -11) insuficientes para obtener conteo. \*\* Diluciones realizadas (-14,-15 y -16) insuficientes para obtener conteo

Por otro lado, respecto a la consistencia, que relaciona las propiedades de fluidez del alimento lácteo fermentado tipo Jocoque. Los valores más bajos, indican que el producto presenta una consistencia más firme, más cremosa y menos fluida (es decir, se comporta más como un sólido), mientras que un valor mayor de consistencia, indica que este alimento presenta características más como un líquido. En la aceptabilidad de este tipo de alimentos, es deseable que su consistencia sea menor, es decir, más como un sólido. La mezcla 1 presenta una consistencia con valores de 21-18 cm/30s, por otro lado, la mezcla 2 presenta una consistencia de 19-16 cm/30s. Las características físicas que presentan estas mezclas se relacionan a la estructura semejante a la del Yogurt o la Crema de Leche. Las formulaciones de mezclas de BAL evaluadas, presentaron la formación de alimentos fermentados lácteos tipo Jocoque, sin embargo, las mezclas presentan características distintas, particularmente relacionadas con la consistencia y cremosidad.

### Conclusiones

La utilización de cepas nativas aisladas del Jocoque, permite realizar formulaciones de inóculos que presenten una fermentación rápida y estable, con características de un alimento tipo Jocoque. Las BAL utilizadas son capaces de seguir creciendo durante el almacenamiento y presentar una concentración de BAL adecuada para un alimento fermentado, sin modificar los parámetros físicoquímicos significativamente durante 5 días de almacenamiento. Se cuenta con un potencial inoculante para establecer el proceso controlado de la producción de Jocoque.

### Referencias

1. García Caballero, B. E., Muñoz-Ríos, R., Pensaben, M., M.L, V.-C., Reyes-Vázquez, Z. , González-Herrera, S., Rutiaga-Quiñones, O. M. (2018). Jocoque: Un Alimento Lácteo Fermentado Tradicional Con Potencial Funcional Jocoque: a Traditional Fermented Dairy Food With Functional Potential. *Agroproductividad*, 11, 107–111.
2. Jurado-Gómez, H; Guzmán-Insuasty, M Y Jarrin-Jarrin, V. Determinación De La Cinética, Pruebas De Crecimiento Y Efecto De Inhibición In Vitro De Lactobacillus lactis EN Staphylococcus aureus, Staphylococcus epidermidis, Streptococcus agalactiae Y Escherichia coli. *Rev. Med. Vet. Zoot.* [online]. 2015, vol.62, n.2, pp.40-56. ISSN 0120-2952. <http://dx.doi.org/10.15446/rfmvz.v62n2.51993>
3. Ramírez-López C., Vélez-Ruiz J.F. (2016). Aislamiento, Caracterización y Selección de Bacterias Lácticas Autóctonas de Leche y Queso Fresco Artesanal de Cabra. *Información Tecnológica* Vol. 27 N° 6 2016 pp. 115-126. Doi: 10.4067/S0718-07642016000600012
4. Reyes-Vázquez Z.C., Rodríguez-Herrera R., González-Herrera S.M.,Ochoa-Martínez L.A., Rutiaga-Quiñones O.M. 2017. Estudio de la microbiota presente en el Jocoque: un alimento Fermentado tradicional. IV Simposio Internacional Agroalimentario y biotecnológico SIAB 2017 Oaxaca de Juárez, Oaxaca 6 al 8 de diciembre de 2017.
5. Villegas De Gante, A. (2018). El Jocoque : Un Lácteo Fermentado Revalorizable Resumen Formas de Elaborar Jocoque, 1–6.



BA1

### **Modelo predictivo de crecimiento de cepas de *Colletotrichum gloeosporioides* aislado de papaya**

T. Sandoval-Contreras<sup>1</sup>, M. Iñiguez-Moreno<sup>1</sup>, L. Garrido-Sánchez<sup>2</sup> y M. Calderón-Santoyo<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico de Tepic. Avenida Tecnológico 2595, Lagos del Country, 63175 Tepic, Nayarit, México.

<sup>2</sup>Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Occidente, A.C. Periférico Sur Manuel Gómez Morín 8585, 45604 Tlaquepaque, Jalisco, México.

Correo electrónico: \*montserratcalder@gmail.com

**Palabras clave:** Hongos patógenos, condiciones ambientales, micología predictiva, frutas tropicales.

#### **Introducción**

México es líder mundial en producción de papaya, que además de consumirse en fresco tiene múltiples aplicaciones. Un problema asociado en postcosecha es el desarrollo de hongos patógenos que causan gran deterioro y pérdidas económicas [1]. El estudio del desarrollo de hongos patógenos de la papaya en función de variables ambientales puede aportar elementos para la creación de estrategias para su control. La micología predictiva es una disciplina que se basa en la adquisición de datos de crecimiento en función de variables ambientales, y ha sido implementada con el fin de incrementar la calidad e inocuidad de productos frescos [2]. El objetivo de este trabajo es desarrollo de un modelo predictivo del crecimiento en función e la temperatura para cepas de *C. gloeosporioides* aisladas de la papaya con fines de anticipar problemas de inocuidad, incrementar la calidad y disminuir el deterioro postcosecha.

#### **Materiales y métodos**

Se tomaron muestras de pudriciones de la superficie de papayas, se aislaron y se purificaron y se identificaron a nivel molecular. Para el desarrollo del modelo predictivo se realizaron cultivos en un medio complejo (agar papaya) [3]. Se inocularon placas al centro con una suspensión de  $10^5$  esporas por mL de cada una de las cepas aisladas. Para conocer el efecto de la temperatura sobre el crecimiento del hongo se incubaron lotes en atmósfera saturada a diferentes temperaturas (13, 16, 20, 25, 28, 30, 35 y 40 °C). Se revisaron diariamente y se registró el diámetro de la colonia en dos dimensiones durante 10 a 15 días o más. Los radios de crecimiento fueron utilizados para el desarrollo del modelo primario. Los datos de velocidad de crecimiento contra el tiempo de incubación obtenidos son utilizados para parametrizar las ecuaciones de los modelos que resulten en un mejor para el modelo secundario.

#### **Resultados y discusión**

*Modelos matemáticos.* Modelo primario. Se obtuvieron gráficos de velocidad de crecimiento contra el tiempo de incubación, donde la ecuación de Baranyi (1995) [4] fue el que mostró el mejor ajuste de los datos (Ecuación 1) y se estimaron los parámetros cinéticos de velocidad máxima de crecimiento y la fase lag.

$$R = R_0 + \mu A - \ln \left\{ 1 + \frac{[\exp(\mu_{\max} A) - 1]}{\exp(R_{\max} - R_0)} \right\} \quad (1)$$

$R$  es el radio de la colonia (mm);  $R_0$  es el radio de la colonia al tiempo  $t = 0$ ,  $R_{\max}$  es el radio máximo de la colonia en las cajas de Petri, y  $A$  es una integral variable que va desde 0 a  $t$  en función de la curvatura de la gráfica:  $\mu_{\max}$  (mm/d) es la velocidad de crecimiento máxima;  $\lambda$  (d) es el tiempo lag y  $t$  (d) es el tiempo.

De los resultados se obtiene que la velocidad de crecimiento aumenta conforme aumenta la temperatura, llegando a un máximo después del cual no existe crecimiento alguno. La fase lag estimada también



disminuye conforme aumenta la temperatura. El ajuste de la curva se realizó utilizando el algoritmo Marquardt en el programa StatGraphics Centurion XV.II (Maryland, USA) con 95 % de confianza.

La segunda etapa, el modelo predictivo secundario (Tabla 1) para describir la fase de crecimiento se realizó utilizando el Modelo Cardinal con Inflexión (CMI) propuesto por Rosso y Robinson (2001) [5], donde la velocidad  $\mu_{\max}$  a una temperatura dada T se calcula a partir de los valores cardinales de las temperaturas ( $T_{\min}$ ,  $T_{\text{opt}}$  y  $T_{\max}$ ) obtenidas de la etapa anterior.

**Tabla 1.** Valores cardinales estimados de temperatura (T) y velocidad ( $\mu_{\max}$ ) en cinco cepas de *C. gloeosporioides* aisladas de frutos papaya sobre agar papaya.

Aislado	$\mu_{\max}$ (mm/d)	$T_{\min}$ (°C)	$T_{\max}$ (°C)	$T_{\text{opt}}$ (°C)	#R <sup>2</sup>	&CME
CpC-01	5.8 ± 1.5	6.8 ± 3.0	30.2 ± 3.4	29.5 ± 0.8	93.0	0.34
CpC-02	3.9 ± 2.6	-0.6 ± 12	32.1 ± 121	31.3 ± 110	73.0	0.64
CpC-03	2.8 ± 0.2	2.5 ± 7.5	34.4 ± 8.8	27.9 ± 1.1	84.0	0.20
CpC-04	3.5 ± 1.7	-11.8 ± 8.9	30.1 ± 7.3	29.6 ± 3.3	82.0	0.17
CpC-05	5.3 ± 1.3	4.2 ± 4.2	30.4 ± 5.9	29.5 ± 0.6	91.3	0.41
Promedio	4.26 ± 1.25	0.22 ± 7.2	31.44 ± 1.8	29.5 ± 1.2		
**CV	0.29	32.9	0.058	0.041		

\*Los valores son las medias ± el error estándar \*\*CV: coeficiente de variación. #R<sup>2</sup>: coeficiente de determinación de Pearson. &CME: cuadrado medio del error.

A partir de este modelo, utilizando la función Solver de Microsoft Excell® se obtiene el tiempo necesario para que la colonia se haga visible ( $t_v$ ) después de su fase lag, asumiendo que el diámetro visible a simple vista es de 2 mm [3]. El modelo de Arrhenius-Daveyn (Davey, 1989) fue utilizado para calcular el tiempo en que se hace visible la colonia asumiendo que  $t_v$  puede ser calculado sustituyendo en la ecuación  $\ln(1/\lambda)$  por  $\ln(1/t_v)$  y a su vez por  $\ln(1/t_v)$  respectivamente (Ecuación 2).

$$\ln\left(\frac{1}{t_v}\right) = C_0 + \frac{C_1}{T} + \frac{C_2}{T^2} \quad (2)$$

Se observó variabilidad en el tiempo en que se hace visible la colonia en todas las cepas analizadas observándose a simple vista el crecimiento de la colonia a las 24 h. A temperaturas extremas, el hongo se observó hasta el día cuatro o más ( $P < 0.05$ ).

### Conclusiones

La cadena de suministro de la papaya es compleja y requiere condiciones muy específicas por lo que el desarrollo de modelos predictivos del crecimiento de hongos patógenos de la papaya apoyaría a la gestión de las condiciones de almacenamiento y transporte reduciendo así las mermas por el desarrollo fúngico anticipándose a los problemas de inocuidad, incrementando la calidad y disminuyendo el deterioro postcosecha.

### Referencias

1. Ayón-Reyna, LE, López-Valenzuela, JÁ, Delgado-Vargas F, López-López, ME, Molina-Corral FJ, Carrillo-López A and Vega-García MO. Effect of the Combination Hot Water - Calcium Chloride on the In Vitro Growth of *Colletotrichum gloeosporioides* and the Postharvest Quality of Infected Papaya. *Plant Pathol. J.* 2017;33(6):572–581.
2. García D, Ramos AJ, Sanchis V, Marín S. Predicting mycotoxins in foods: A review. *Food Microbiology.* 2009;26(8):757-769.



## **IV Congreso en Tendencias en Ciencias de Alimentos y Desarrollo Tecnológico**

### **IV Congress on Trends in Food Science and Technology Development**

---

3. Sandoval-Contreras T, Marín S, Villarruel-López A, Gschaedler A, Garrido-Sánchez L and Ascencio F. Growth Modeling of *Aspergillus niger* Strains Isolated from Citrus Fruit as a Function of Temperature on a Synthetic Medium from Lime (*Citrus latifolia* T.) Pericarp. *Journal of Food Protection*. 2017; 80(7):1090-1098.
4. Baranyi J, Roberts T.A. 1994. A dynamic approach to predicting bacterial growth in food. *International Journal of Food Microbiology*. 23:277-294.
5. Rosso L., Robinson T.P. A cardinal model to describe the effect of water activity on the growth of moulds. *International Journal of Food Microbiology*. 2001; 63:265-273.



**BA2**

**Caracterización de genes de síntesis de almidón y su asociación con la modificación del endospermo en maíz de alta calidad proteínica**

J.C. Grimaldi-Olivas<sup>1</sup>, D. G. González-Núñez<sup>2</sup>, A. Vega-Álvarez<sup>2</sup>, K.V. Pineda-Hidalgo<sup>1,2</sup>, J. Chávez-Ontiveros<sup>1,2</sup>, J.A. López-Valenzuela<sup>1,2</sup> y N.Y. Salazar-Salas<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Programa Regional de Posgrado en Biotecnología, <sup>2</sup>Posgrado en Ciencia y Tecnología de Alimentos, Facultad de Ciencias Químico Biológicas, Universidad Autónoma de Sinaloa, Culiacán, Sinaloa, 80010

Correo electrónico: grimaldy2413@gmail.com

**Palabras clave:** QPM, almidón, SNP.

**Introducción**

El maíz de calidad proteínica (QPM) combina la calidad nutricional de la mutante *opaco2* (*o2*) con un endospermo vítreo y rendimiento normal<sup>[1]</sup>, pero se conoce poco acerca de bases genéticas y bioquímicas de la modificación de la dureza del grano en maíz QPM. Dentro de los mecanismos propuestos se encuentra un incremento en la acumulación de  $\gamma$ -zeínas y cuerpos proteínicos, así como una alteración de la estructura del gránulo de almidón que favorece su compactación<sup>[2]</sup>. El mapeo genético de características relacionadas con la modificación del endospermo a partir de una población de líneas recombinantes puras (RIL) derivadas de la cruce de K0326Y-QPM y W64A $\alpha$ 2 identificó loci cercanos a genes de síntesis de almidón. Sin embargo, se requiere caracterizar las variantes alélicas de genes de síntesis de almidón en las líneas parentales K0326Y-QPM y W64A $\alpha$ 2 para asociar dichas variantes con propiedades fisicoquímicas del almidón, lo cual es el objetivo del presente estudio. Estos resultados contribuirán en el entendimiento de la modificación del endospermo de maíz QPM, información que también permitirá apoyar programas de mejoramiento asistido por marcadores moleculares.

**Materiales y métodos**

Se utilizaron las líneas K0326Y-QPM (vítrea) y W64A $\alpha$ 2 (opaca), así como 90 RIL derivadas de su cruce. Se extrajo RNA de endospermo en desarrollo (30 días después de la polinización, DDP), se sintetizó cDNA con el Kit script cDNA synthesis (Jena-Bioscience, Jena, Alemania) y se amplificaron por PCR las secuencias de los genes de síntesis de almidón *Amilose extender 1* (*Ae1*) y *Waxy 1* (*Wx1*) utilizando iniciadores diseñados (Primer 3Plus) a partir de las secuencias de la línea de maíz B73 (<http://www.maizegdb.org>). Los amplicones se secuenciaron para identificar polimorfismos de un solo nucleótido (SNP), de los cuales se diseñaron iniciadores alelo específico para K0326Y-QPM y W64A $\alpha$ 2, mismos que fueron utilizados para realizar un mapeo de asociación con propiedades fisicoquímicas del almidón (amilosa, grado de hinchamiento y entalpía de gelatinización) determinadas a partir de grano maduro<sup>[2]</sup>.

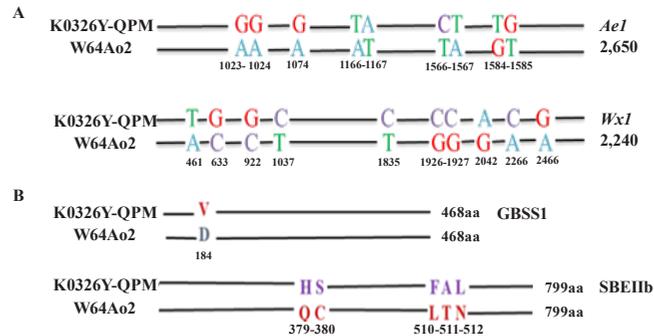
**Resultados y discusión**

Las líneas K0326Y-QPM y W64A $\alpha$ 2 presentaron una longitud de 2,650 pb para el gen *Ae1* que codifica para la enzima ramificadora del almidón (SBIIB), mientras que para el gen *Wx1* que codifica la enzima almidón sintasa unida al gránulo (GBSSI) se obtuvo una longitud de aproximadamente 2,240 pb, ambas secuencias muy similares a lo reportado para la línea B73 (<http://www.maizegdb.org>). El análisis comparativo de las secuencias en K0326Y-QPM y W64A $\alpha$ 2 reveló la presencia de 9 SNP para *Ae1* (Figura 1A), los cuales cambian la secuencia de la enzima codificada en cinco aminoácidos (Figura 1B). En *Wx1* se observaron 10 SNP (Figura 1A), con solo el cambio de un aminoácido en GBSSI (Figura 1B). De los SNP



encontrados entre los parentales para el gen *Wx1*, solo los de las posiciones 1,137 (G/A) y 2,266 (C/T) resultaron polimórficos en la población de RIL.

En cuanto a las propiedades fisicoquímicas del almidón en la población de estudio, se encontró un rango de variación significativo en amilosa (15.56-32.29 g/100g almidón), grado de hinchamiento (5.63-10.09 g/g) y entalpía de gelatinización (8.14-13.41 J/g).



**Figura 1.** (A) Secuencia de nucleótidos de los genes *Ael1* y *Wx1* (A) y de aminoácidos de las enzimas GBSSI y SBEIIb (B) en las líneas K0326Y-QPM y W64Ao2. Letras diferentes indican las diferencias observadas.

Los resultados del mapeo genético a partir de los SNP de los genes analizados y las propiedades fisicoquímicas del almidón se muestran en la Tabla 1. Se encontró asociación significativa entre dos SNP del gen *Wx1* y las tres propiedades evaluadas. La amilosa es sintetizada por la enzima codificada por dicho gen, mientras que la asociación observada con la entalpía de gelatinización y el grado de hinchamiento podría atribuirse a que estas se ven grandemente influenciadas por la cristalinidad que a su vez se relaciona con la proporción de amilopectina en el gránulo de almidón, encontrándose que contenidos altos de amilosa resultan en una disminución de estas características. Diversos estudios han indicado que los cambios en la composición del almidón (amilosa/amilopectina) afectan las propiedades fisicoquímicas del gránulo que contribuyen al fenotipo vítreo asociado con la modificación del endospermo en QPM [2,4], lo que a su vez coincide con la correlación inversa observada entre el contenido de amilosa y entalpía de gelatinización y grado de hinchamiento en las RIL utilizadas como población de mapeo en el presente estudio.

**Tabla 1.** Asociación de marcadores SNP con propiedades fisicoquímicas del almidón en 90 RIL derivadas de K0326Y-QPM y W64Ao2.

Gen	Marcador	Chr	LSR	LSR límite	Varianza (%)
<b>Amilosa</b>					
<i>Wx1</i>	Wx1-2266	9	8.4	13	15
<b>Grado de hinchamiento</b>					
<i>Wx1</i>	Wx1-1137	9	8.3	8	14.8
<b>Entalpía de gelatinización</b>					
<i>Wx1</i>	Wx1-2266	9	8.9	10	19.2



### **Conclusiones**

El análisis de las secuencias de los genes *Wx1* y *Ael* reveló variación alélica entre K0326Y-QPM y W64A02, encontrando asociación significativa entre los SNP del gen *Wx1* y algunas propiedades fisicoquímicas del almidón, lo que sugiere que la variación alélica de este gen influye sobre la modificación del endospermo en maíz QPM.

### **Referencias**

1. Mertz ET, Bates LS, Nelson OE. Mutant gene that changes the protein composition and increases the lysine content of maize endosperm: *Science*. 1964; 145(3629): 279-280.
2. Salazar-Salas NY, Pineda-Hidalgo KV, Chavez-Ontiveros J, Gutierrez-Dorado R, Reyes-Moreno C, Bello-Pérez LA, Larkins BA, Lopez-Valenzuela JA. 2014. Biochemical characterization of QTLs associated with endosperm modification in quality protein maize. *Journal of Cereal Science* 60:255-263.
3. Tester RF, Karkalas J. 2002. Starch: Biopolymers. Polysaccharides. En: Steinbüchel A, Vandamme EJ, de Beets, Steinbüchel editores. *II Polysaccharides from Eukaryote*. Vol. 6. Wiley-VCH: Weinheim. p 328-438.
4. Jia, M., Wu, H., Clay, K.L., Jung, R., Larkins, B.A., Gibbon, B.C. 2013. Identification and characterization of lysine rich proteins and starch biosynthesis genes in the opaque2 mutant by transcriptional and proteomic analysis. *BMC Plant Biology* 13:60-74.



**BA3**

**Recubrimientos de alginato de sodio con *Meyerozyma caribbica*: biocontrol postcosecha de *Colletotrichum gloeosporioides* en aguacate (*Persea americana* Mill. cv. Hass)**

M. Iñiguez-Moreno<sup>1</sup>, J.A. Ragazzo-Sánchez<sup>1</sup>, T. Sandoval-Contreras<sup>1</sup>, J.A. Narváez-Zapata<sup>2</sup> y M. Calderón-Santoyo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio Integral de Investigación en Alimentos, Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Tepic, Av. Tecnológico 2595, Tepic, Nayarit 63175, México.

<sup>2</sup>Centro de Biotecnología Genómica del Instituto Politécnico Nacional, Blvd. del Maestro, Reynosa, Tamaulipas 88710, Mexico

Correo electrónico: E-mail: mari.moreno2312@gmail.com

**Palabras clave:** Biocontrol, alginato de sodio, antracnosis.

**Introducción**

México es el principal productor de aguacate (*Persea americana* Mill cv. Hass) en el mundo. Durante el año 2017, México produjo 1,997,628 toneladas de aguacate y exportó 985,653 toneladas con un valor de más de 2,000 millones de dólares [5]. Durante la etapa de postcosecha, las pérdidas asociadas a la antracnosis causada por *Colletotrichum gloeosporioides*, pueden alcanzar el 100% de la producción, dependiendo de las condiciones climáticas que prevalezcan en la región [3]. Actualmente se han evaluado diferentes alternativas para controlar el deterioro microbiológico en frutos de aguacate, entre ellas el uso de fungicidas, los cuales tienen efectos adversos para el medio ambiente, los trabajadores en el campo y el consumidor. Por estas razones es necesario implementar medidas basadas en el biocontrol que permitan contribuir a la producción de alimentos sustentables, que reduzcan el incremento en la resistencia de los hongos fitopatógenos a los compuestos químicos y no modifiquen las características organolépticas de los frutos [1,4]. En concordancia con esto, en el Instituto Tecnológico de Tepic se han aislado algunas levaduras las cuales han mostrado ser una alternativa potencial para su uso como agentes de biocontrol en mango y papaya. Sin embargo, para mejorar el establecimiento y mantenimiento de las levaduras en la superficie de la fruta es necesario el uso de una matriz polimérica, como el alginato de sodio (SA). El SA es un polisacárido estructural de las algas pardas marinas (Phaeophyceae, principalmente *Laminaria*); de bajo costo y alta disponibilidad en el mercado, el cual está clasificado como GRAS (Generalmente reconocido como seguro, E401) [1]. Por lo tanto, los objetivos de este trabajo fueron i) mantener la viabilidad de *M. caribbica* incorporada recubrimientos de SA sobre frutos de aguacate y ii) determinar la capacidad de *M. caribbica* en recubrimientos de SA para el control de la antracnosis causada por *C. gloeosporioides* en frutos de aguacate durante la etapa de postcosecha.

**Materiales y métodos**

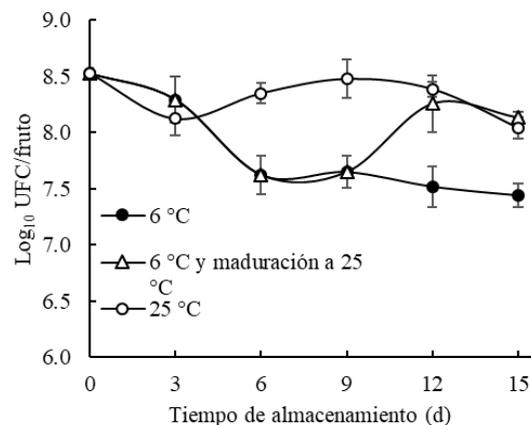
Los recubrimientos de SA se prepararon de acuerdo a la técnica propuesta de Aloui et al. [1], con la adición de *M. caribbica* ( $1 \times 10^9$  células/mL). La aplicación del recubrimiento realizó mediante el método de casting siguiendo la metodología propuesta por González-Estrada et al. [4]. La viabilidad de *M. caribbica* en recubrimientos aplicados en aguacates se evaluó bajo tres condiciones de almacenamiento 1) 6 °C/15 d; 2) 25 °C/15 d y 3) 6 °C/10 d con maduración a 25 °C/5 d, para simular las condiciones de almacenamiento del fruto. Cada aguacate se colocó en una bolsa estéril con 200 mL de solución fisiológica estéril, las levaduras se desprendieron por sonicación (90 s). Posteriormente se realizaron los recuentos mediante la técnica de extensión en superficie en agar YPD y se incubó por 48 h a 28 °C. Las determinaciones se realizaron cada 72 h, para cada experimento se utilizaron tres muestras y se replicó una vez. La evaluación de los tratamientos curativos y preventivos, se realizó de acuerdo a González-Estrada et al. [4]. Los frutos se almacenaron en una cámara de crecimiento i) 25 °C/15 d y ii) 6 °C/10 d con 5 d de maduración a 25 °C. Se



evaluó la incidencia de la enfermedad (porcentaje de fruta infectada), la severidad (diámetro de la lesión, mm) y la pérdida de peso. Los tratamientos aplicados fueron (1) controles positivos, frutos sumergidos en agua destilada estéril, (2) SA (1.5%) sin levadura, (3) levadura ( $1 \times 10^9$  UFC/mL) y (4) SA (1.5%) con levadura ( $1 \times 10^9$  UFC/mL). Cada tratamiento se repitió tres veces con 10 frutos de aguacate por réplica. Los datos se analizaron mediante un ANOVA unifactorial, en el software Statgraphics Centurion XVI. Las varianzas se examinaron mediante la prueba LSD de Fisher ( $p < 0.05$ ). Para el análisis de los porcentajes, éstos se transformaron a la raíz cuadrada del arcoseno, sin embargo, se reportaron los valores no transformados.

### Resultados y discusión

*M. caribbica* mostró comportamiento diferente dependiendo de las condiciones de almacenamiento del fruto. A 6 °C, la viabilidad tuvo una disminución de 1 Log<sub>10</sub> UFC/mL (Fig. 1). Las variaciones en la viabilidad de *M. caribbica* en recubrimientos aplicados en aguacates almacenados a 25 °C y a 6 °C con maduración a 25 °C pueden estar relacionadas con un proceso de adaptación a la nueva condición, así como con la temperatura óptima de crecimiento de la levadura (24-28 °C), que contribuye a tener una mayor disminución en su viabilidad a 25 °C, debido a su metabolismo activo y a la falta de nutrientes; incluso cuando puede usar glicerol como fuente de carbono [1]



**Figura 1.** Dinámica poblacional de *M. caribbica* en recubrimientos aplicados sobre aguacate. El gráfico muestra la viabilidad de la levadura en aguacates recubiertos almacenados bajo diferentes condiciones durante 15 d.

Los tratamientos preventivos fueron más eficientes que los tratamientos curativos para el control de la antracnosis bajo las condiciones de prueba, lo cual concuerda con González-Estrada et al. [4], debido a que en el tratamiento preventivo se permite que la levadura colonice la herida del fruto antes que el hongo [2]. Previamente se demostró que *M. caribbica* posee diferentes mecanismos de inhibición como la competición por espacio y nutrientes, formación de biopelículas, síntesis de  $\beta$ -1,3-glucanasa y quitinasa [2]. A 25 °C se obtuvo un 90% de incidencia de la enfermedad, sin embargo, la severidad se redujo en un 50%. Mientras que en los aguacates almacenados a 6 °C y madurados a 25 °C no se observaron signos de antracnosis con ninguno de los dos tratamientos ( $p < 0.05$ ). Las diferencias en los resultados se atribuyeron al efecto de la temperatura sobre la tasa de crecimiento de *C. gloeosporioides*, ya que las condiciones óptimas para la formación de apresorios y el desarrollo de la antracnosis oscila entre 25-31 °C [3]. La reducción en la incidencia y la severidad de la enfermedad en aguacates recubiertos con SA sin levadura, se asoció con la



disminución del intercambio de O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub> y la reducción del metabolismo aeróbico como consecuencia de la barrera formada [1]. Esto ligado al hecho de que, en los aguacates recubiertos con SA y SA con levadura, el porcentaje de pérdida de peso fue menor en comparación con el control ( $p < 0.05$ ).

### **Conclusiones**

El uso de recubrimientos de SA contribuye a mantener la viabilidad de *M. caribbica* y mejora su eficacia para el control de la antracnosis y disminuye la pérdida de peso en frutos de aguacate. Por lo tanto, estos recubrimientos pueden usarse como una alternativa para extender la vida comercial de los frutos de aguacate durante la etapa de postcosecha.

### **Referencias**

1. Aloui H, Licciardello F, Khwaldia K, Hamdi M, Restuccia C. Physical properties and antifungal activity of bioactive films containing *Wickerhamomyces anomalus* killer yeast and their application for preservation of oranges and control of postharvest green mold caused by *Penicillium digitatum*. *International Journal of Food Microbiology*. 2015; 200: 22–30.
2. Bautista-Rosales PU, Calderón-Santoyo M, Servín-Villegas R, Ochoa-Álvarez NA, Ragazzo-Sánchez JA. Action mechanisms of the yeast *Meyerozyma caribbica* for the control of the phytopathogen *Colletotrichum gloeosporioides* in mangoes. *Biological Control*. 2013; 65: 293–301.
3. Bill M, Sivakumar D, Korsten L, Thompson AK. The efficacy of combined application of edible coatings and thyme oil in inducing resistance components in avocado (*Persea americana* Mill.) against anthracnose during post-harvest storage. *Crop Protection*. 2014; 64: 159–167.
4. González-Estrada RR, Carvajal-Millán E, Ragazzo-Sánchez JA, Bautista-Rosales PU, Calderón-Santoyo M. Control of blue mold decay on *Persian lime*: Application of covalently cross-linked arabinoxylans bioactive coatings with antagonistic yeast entrapped. *LWT-Food Science and Technology*. 2017; 85: 187–196.
5. SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo rural, Pesca y Alimentación) [Sede Web]. Boletín mensual de la producción de aguacate. [Acceso 23 mayo 2019]. Disponible en: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/290821/Boletin\\_mens\\_aguacate\\_cifras\\_a\\_dic2017.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/290821/Boletin_mens_aguacate_cifras_a_dic2017.pdf).



**BA4**

**Inhibición *in vitro* de *Colletotrichum gloeosporioides* aislado de aguacate (*Persea americana* Mill. cv. Hass) por *Meyerozyma caribbica* en películas de alginato de sodio**

M. Iñiguez-Moreno<sup>1</sup>, K.N. González-Gutiérrez<sup>1</sup>, J.A. Ragazzo-Sánchez<sup>1</sup>, T. Sandoval-Contreras<sup>1</sup>, J.A. Narváez-Zapata<sup>2</sup> y M. Calderón-Santoyo<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratorio Integral de Investigación en Alimentos, Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Tepic, Av. Tecnológico 2595, Tepic, Nayarit 63175, México.

<sup>2</sup> Centro de Biotecnología Genómica del Instituto Politécnico Nacional, Blvd. del Maestro, Reynosa, Tamaulipas 88710, Mexico

Correo electrónico: mari.moreno2312@gmail.com

**Palabras clave:** Antagonismo, alginato de sodio, antracnosis.

**Introducción**

México es el principal productor de aguacate (*Persea americana* Mill cv. Hass) en el mundo. Durante el año 2017, México produjo 2,029,886 toneladas de aguacate [5]. El aguacate es un producto que tiene un alto valor económico a nivel mundial. Sin embargo, durante la etapa de postcosecha se pueden generar grandes pérdidas, debido a que es un fruto altamente susceptible a sufrir lesiones mecánicas, deterioro fisiológico y microbiológico [3,4]. Las principales pérdidas postcosecha se atribuyen a la antracnosis causada por *Colletotrichum gloeosporioides*, cuyas infecciones a menudo pueden comenzar en la precosecha [3]. Convencionalmente, el control de la antracnosis se realiza mediante el uso de fungicidas, los cuales poseen efectos adversos para el medio ambiente, los trabajadores y el consumidor. Por estas razones es necesario implementar medidas basadas en el biocontrol que permitan contribuir a la producción de alimentos sustentables, que reduzcan el incremento en la resistencia de los hongos fitopatógenos a los compuestos químicos y no modifiquen las características organolépticas de los frutos [1]. Por estas razones, los microorganismos antagonistas se han utilizado como una estrategia eficaz para el manejo de enfermedades postcosecha. En estudios previos se ha reportado la actividad antagonista de *Debaryomyces hansenii*, *Rhodospiridium fluviale* y *Meyerozyma caribbica* contra hongos fitopatógenos en papaya, manzana y mango [1,2]; respectivamente. Actualmente se ha propuesto el uso de diferentes polisacáridos, de bajo costo y alta disponibilidad en el mercado como el alginato de sodio (SA; GRAS, E401). Para mejorar el establecimiento y mantenimiento de las levaduras en la superficie de los frutos [1]. Por lo tanto, los objetivos de este trabajo fueron i) mantener la viabilidad de *M. caribbica* incorporada en películas de SA y ii) determinar la actividad antagonista de *M. caribbica* contra *C. gloeosporioides* aislado de aguacate en condiciones *in vitro*.

**Materiales y métodos**

*C. gloeosporioides* se aisló de frutos de aguacate procedentes de Xalisco, México; la suspensión de esporas se preparó usando cultivos fúngicos de 10 d de acuerdo a la técnica de González-Estrada et al. [5]. *M. caribbica* (GenBank ID: JQ398674) se reactivó conforme a lo descrito por Bautista-Rosales et al. [2]. Las placas se incubaron por 7 d (25 °C) y 20 d (6 °C). El porcentaje de inhibición se calculó con la siguiente fórmula: Inhibición (%) = ((dc-dt)/dc)100; donde dc (cm) es el diámetro de la colonia del control y dt (cm) es el diámetro de la colonia para el tratamiento. Las películas de SA se prepararon de acuerdo al método propuesto por Aloui et al. [1], con la adición de *M. caribbica* (1x10<sup>9</sup> células/mL) y se almacenaron a 6 y 25 °C/20 d. Para la determinación de la viabilidad de la levadura en las películas, éstas colocaron de manera aséptica en un matraz con solución salina estéril (100 mL) y se agitó a 100 rpm/25 °C/1 h. Posteriormente, se realizó cuenta en placa en agar YPD y se incubó a 28 °C/48 h. La evaluación de las propiedades



antifúngicas de las películas de SA con y sin levadura se realizó de acuerdo a González-Estrada et al. [5]. El porcentaje de esporas germinadas se determinó después de 6 (25 °C) y 44 h (6 °C). Para cada prueba se realizaron tres réplicas y el experimento se repitió una vez. Los datos se analizaron mediante un ANOVA unifactorial, en el software Statgraphics Centurion XVI. Las varianzas se examinaron mediante la prueba LSD de Fisher ( $p < 0.05$ ). Los porcentajes se transformaron con la raíz cuadrada de arcoseno, sin embargo, se reportaron los valores no transformados.

### Resultados y discusión

Al finalizar el periodo de almacenamiento, se obtuvieron reducciones en la viabilidad de la levadura de 0.57 y 0.81 Log<sub>10</sub> UFC/mL ( $p < 0.05$ ) a 6 y 25 °C, respectivamente. A 6 °C, la reducción fue significativa después de 12 d, mientras que, a 25 °C, lo fue después de 8 d de almacenamiento ( $p < 0.05$ ). Aloui et al. [1] evaluaron la viabilidad de *Wickerhamomyces anomalus* en películas SA, a 25 °C después de 14 d tuvieron una reducción de 0.95 UFC/mL, esto es mayor que la obtenida en el presente estudio después de 20 d de almacenamiento a la misma temperatura. La diferencia en la viabilidad obtenida bajo las dos temperaturas de almacenamiento puede estar relacionada con la temperatura óptima de crecimiento de la *M. caribbica* (24-28 °C), que contribuye a tener una mayor disminución en su viabilidad a 25 °C, debido a su metabolismo activo y falta de nutrientes [1]. Los resultados de la inhibición de *C. gloeosporioides* por *M. caribbica* se muestran en la Tabla 1. La levadura mostró entre un 97-100% de inhibición de la germinación de esporas a 6 y 25 °C, y un 96% de inhibición del crecimiento micelial. El uso de películas SA sin levadura no tuvo un efecto inhibitorio sobre la germinación, ni en el crecimiento del micelio a 25 °C; mientras que, a 6 °C, estas películas inhibieron la germinación en 50.6%. El alto porcentaje de inhibición obtenido en condiciones *in vitro*, está relacionado con la capacidad de la levadura para competir por el espacio y los nutrientes. Durante las primeras 24 h, este es el principal mecanismo de acción de la levadura, después de este período la levadura se adhiere a las esporas y a las hifas del fitopatógeno, lo que conduce al desarrollo de biopelículas. Además, la disminución o ausencia de una fuente de carbono contribuye a que las esporas entren en un estado de dormancia [2, 5].

**Tabla 1.** Actividad antifúngica de *Meyerozyma caribbica* contra *Colletotrichum gloeosporioides*.

Condición de prueba	Porcentaje de inhibición			
	Germinación		Crecimiento micelial	
	6 °C	25 °C	6 °C	25 °C
<i>M. caribbica</i>	100 ± 0.0 Aa	98.6 ± 1.2 Bb	96.4 ± 3.9 Ba	96.7 ± 1.1 Ba
Películas de alginato de sodio	50.6 ± 0.0 Ba	0.0 ± 0.0 Cb	46.3 ± 2.6 Ca	0.0 ± 0.0 Cb
Películas de alginato de sodio con <i>M. caribbica</i>	100.0 ± 0.0 Aa	99.6 ± 0.4 Ab	99.6 ± 0.4 Aa	99.2 ± 0.7 Aa

Los valores se expresan como media ± desviación estándar (n = 6). Los valores en la misma columna seguidos de letra mayúscula diferente son significativamente diferentes ( $p < 0.05$ ). Los valores en la misma fila que comparan germinación o crecimiento micelial, seguidos de una letra minúscula diferente, son significativamente diferentes ( $p < 0.05$ ).

### Conclusiones

El SA es una matriz polimérica que permite mantener la viabilidad de *M. caribbica* a 6 y 25 °C. Además, las películas de SA con *M. caribbica* pueden inhibir entre un 99-100% a *C. gloeosporioides*, por lo que se pueden considerar como una alternativa de biocontrol postcosecha para la antracnosis en frutos de aguacate.

### Referencias

1. Aloui H, Licciardello F, Khwaldia K, Hamdi M, Restuccia C. Physical properties and antifungal activity of bioactive films containing *Wickerhamomyces anomalus* killer yeast and their application for preservation of oranges and control of postharvest green mold caused by *Penicillium digitatum*. International Journal of Food Microbiology. 2015; 200: 22–30.



## IV Congreso en Tendencias en Ciencias de Alimentos y Desarrollo Tecnológico

### IV Congress on Trends in Food Science and Technology Development

---

2. Bautista-Rosales PU, Calderón-Santoyo M, Servín-Villegas R, Ochoa-Álvarez NA, Ragazzo-Sánchez JA. Action mechanisms of the yeast *Meyerozyma caribbica* for the control of the phytopathogen *Colletotrichum gloeosporioides* in mangoes. *Biological Control*. 2013; 65: 293–301.
3. Bill M, Sivakumar D, Korsten L, Thompson AK. The efficacy of combined application of edible coatings and thyme oil in inducing resistance components in avocado (*Persea americana* Mill.) against anthracnose during post-harvest storage. *Crop Protection*. 2014; 64: 159–167.
4. FAOSTAT (Food and Agriculture Organization of the United Nations) [Sede Web]. Cultivos. [Acceso 22 mayo 2019]. Disponible en: <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>.
5. González-Estrada RR, Carvajal-Millán E, Ragazzo-Sánchez JA, Bautista-Rosales PU, Calderón-Santoyo M. Control of blue mold decay on *Persian lime*: Application of covalently cross-linked arabinoxylans bioactive coatings with antagonistic yeast entrapped. *LWT-Food Science and Technology*. 2017; 85: 187–196.



**BA5**

**Cambios en la expresión de genes y acumulación de proteínas asociados con estrés por baja temperatura y tolerancia inducida al daño por frío en frutos de mango Keitt tratados hidrotérmicamente**

M.F. Quintero-Soto<sup>1</sup>, C.M. De la Rocha-Morales<sup>2</sup>, A. Félix-López<sup>2</sup>, M. Vega-Álvarez<sup>1</sup>, J. Chávez-Ontiveros<sup>1</sup>, K.V. Pineda-Hidalgo<sup>1,2</sup>, N.Y. Salazar-Salas<sup>1,2</sup> y J.A. López-Valenzuela<sup>1,2</sup>.

<sup>1</sup>Programa Regional de Doctorado en Biotecnología, <sup>2</sup>Licenciatura en Biotecnología Genómica, Facultad de Ciencias Químico Biológicas, Universidad Autónoma de Sinaloa, 80010 Culiacán, Sinaloa, México.

Correo electrónico: maryferquintero@gmail.com

**Palabras clave:** Mango, daño por frío, proteómica.

**Introducción**

El mango (*Mangifera indica* L.) es un fruto muy importante, pero sufre daño por frío (DF) cuando es almacenado por debajo de 13°C, mostrando síntomas como decoloración de cáscara, coloración no uniforme, picaduras superficiales y áreas necróticas. El tratamiento hidrotérmico (TH) de los frutos previo al estrés por frío provee tolerancia a este desorden. Sin embargo, se conoce poco acerca de las bases bioquímicas y moleculares involucradas en dicha tolerancia. El objetivo de este trabajo fue identificar genes y proteínas asociadas con estrés por baja temperatura y tolerancia inducida al daño por frío en frutos de mango cv Keitt tratados hidrotérmicamente.

**Materiales y métodos**

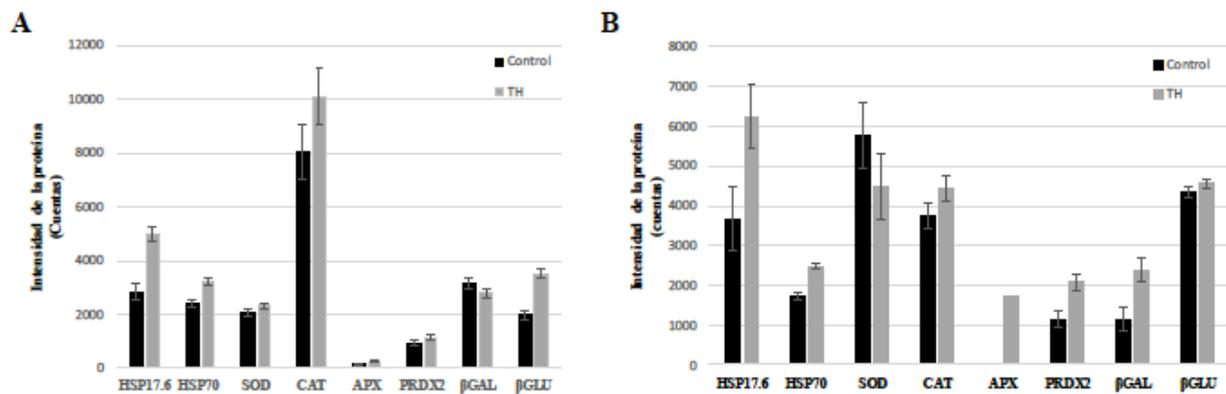
Se utilizaron frutos en estado verde maduro y se separaron en dos lotes, de los cuales a uno se le aplicó un TH (46.1°C/90-110 min) y el otro se utilizó como control; ambos fueron almacenados a 5°C por 20 días y posteriormente se maduraron por 7 días a 21°C. Se evaluó el índice de daño por frío (IDF) por cada síntoma, así como la expresión de genes y acumulación de proteínas en las diferentes condiciones de almacenamiento en frutos tratados y el control. Para el análisis de proteínas, se realizó una extracción fenólica de las proteínas de cáscara y se separaron por electroforesis bidimensional (2D-PAGE); los geles se analizaron con el programa PDQuest para detectar proteínas acumuladas diferencialmente entre los frutos tratados y control. Las proteínas diferenciales fueron identificadas mediante un sistema de cromatografía líquida (LC) acoplado a un espectrómetro de masas con una fuente de iones de nanoasperjado (LTQ-XL, ThermoScientific, San Jose, CA, EUA); los datos se analizaron con el programa Proteome Discoverer 1.3. Para el análisis de expresión de genes se utilizó la reacción en cadena de la polimerasa en tiempo real (RT-qPCR). El RNA se cuantificó utilizando un espectrofotómetro BioMate 3s (Thermo Scientific) y se utilizaron 20 ng por reacción. Se utilizó el kit SCRIPT One-Step RT-PCR (Jena Bioscience, California, USA) siguiendo las recomendaciones del proveedor y la amplificación se realizó en un sistema de tiempo real CFX-96 (Bio-Rad, California, USA). Los iniciadores utilizados fueron diseñados a partir de la secuencia de los genes que codifican para las proteínas diferenciales identificadas.

**Resultados y discusión**

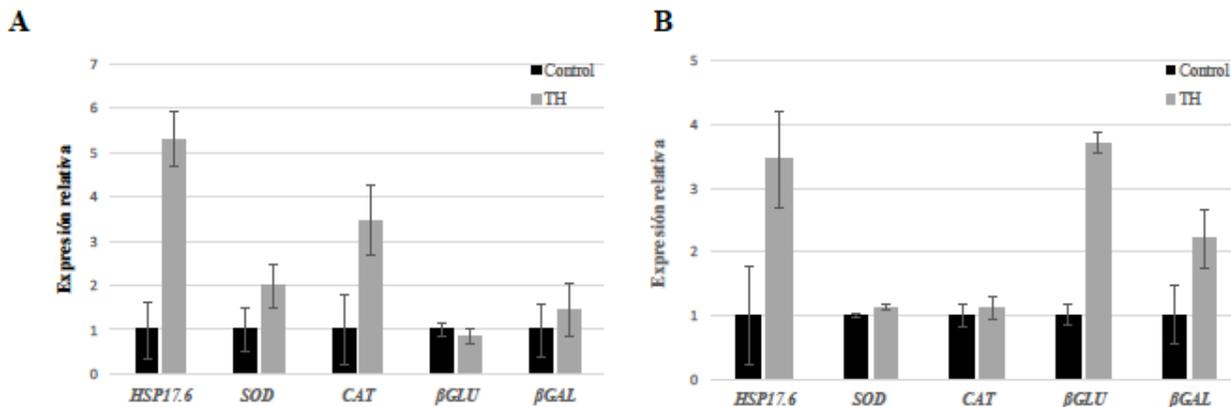
Los principales síntomas de DF observados en los frutos después del almacenamiento en frío y posterior maduración fueron coloración no uniforme, marchitez, picaduras y áreas necróticas. Todos los síntomas fueron visibles en ambos tratamientos después de 20 días a 5°C y presentaron mayor severidad después del periodo de maduración a 21°C. No obstante, el IDF mostró una mayor severidad de síntomas en frutos control, principalmente coloración no uniforme. Los frutos con TH mostraron mayor acumulación de



proteínas relacionadas con estrés como proteínas de choque térmico (HSP), defensa de patógenos y maduración (betaglucanasa ( $\beta$ GLU), betagalactosidasa ( $\beta$ GAL) y las enzimas antioxidantes superóxido dismutasa (SOD), catalasa (CAT), ascorbato peroxidasa (APX) y peroxirredoxina (PRDX) (Figura 1). Los frutos con TH presentaron una mayor expresión de genes para proteínas de choque térmico, las cuales podrían estar contribuyendo a la tolerancia del fruto al DF manteniendo el funcionamiento correcto de las proteínas y evitando su desnaturalización [3]. Los frutos tratados hidrotérmicamente también mostraron una mayor expresión de genes que codifican enzimas del sistema antioxidante, las cuales podrían estar eliminando de manera más eficiente las especies reactivas de oxígeno y contribuyendo a una mejor estabilidad de la membrana celular [1, 2]. Otros genes relacionados con el proceso de maduración y con la defensa de patógenos también presentaron mayor expresión en frutos con TH. Los resultados de expresión transcripcional coinciden de manera general con los obtenidos en el análisis proteómico, lo que indica un efecto protector del TH en contra del DF.



**Figura 1.** Cuantificación de proteínas acumuladas diferencialmente entre los frutos de mango tratados hidrotérmicamente y frutos control almacenados por 20 días a 5°C (A) y posterior periodo de maduración de 7 días a 21 °C (B). Las barras verticales indican el LSD ( $\alpha=0.05$ ) entre tratamiento por proteína.





**Figura 2.** Expresión relativa de genes relacionados con susceptibilidad y tolerancia al DF entre los frutos de mango tratados hidrotérmicamente y frutos control almacenados por 20 días a 5°C (A) y posterior periodo de maduración de 7 días a 21 °C (B). Se utilizó como referencia el fruto control, cuyo nivel de expresión tomó el valor de 1. Las barras verticales indican el LSD ( $\alpha=0.05$ ) entre tratamiento por gen.

### **Conclusiones**

La tolerancia al DF inducida por el TH está asociada con una mayor protección de las proteínas ante el estrés por frío, una mayor actividad del sistema antioxidante y de protección contra patógenos, favoreciendo un mejor desarrollo y maduración del fruto con menor incidencia de síntomas de daño con respecto a frutos no tratados.

### **Referencias**

1. López-López ME, López-Valenzuela JA, Delgado-Vargas F, López-Angulo G, Carrillo-López A, Ayón- Reyna LE, Vega-García MO. 2018. A treatment combining hot water with calcium lactate improves the chilling injury tolerance of mango fruit. *Hortscience* 53(2):217-223.
2. Yimyong S, Datsenka TU, Handa AK, Seraypheap K. 2011. Hot water treatment delays ripening- associated metabolic shift in ‘Okrong’ mango fruit during storage. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 136(6): 441-451.
3. Zhu S, Ji Z, Lu W, Zhang Z. 2003. The link between heat-induced polypeptides and chilling tolerance in mangoes (*Mangifera indica* L.), with evidence from the same fruit partially heated. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 78(4):523–527.



BA6

### **Modelo del crecimiento del hongo *Alternaria alternata* aislado de papaya (*Carica papaya* L.) en función de parámetros ambientales para control de calidad poscosecha**

J. Betancourt-Rodríguez<sup>1</sup>, T. Sandoval-Contreras<sup>1</sup>, L. Garrido-Sánchez<sup>2</sup> y M. Calderón-Santoyo<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico de Tepic. Avenida Tecnológico 2595, Lagos del Country, 63175 Tepic, Nayarit, México;

<sup>2</sup>Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Occidente, A.C. Periférico Sur Manuel Gómez Morín 8585, 45604 Tlaquepaque, Jalisco, México.

Correo electrónico: \*montserratcalder@gmail.com

**Palabras clave:** Modelos predictivos, hongos patógenos, temperatura y humedad.

#### **Introducción**

La papaya (*Carica papaya* L.) es un fruto de climas tropicales y uno de los cultivos de fruta de gran importancia económica a nivel mundial [1]. Al ser un fruto muy susceptible al manejo en poscosecha, genera grandes pérdidas de un 25% hasta un 100% dependiendo de la zona de producción. Aun así, las pérdidas más significativas se dan por hongos patógenos, resaltando los *Colletotrichum gloeosporioides*, *Alternaria* spp, entre otros [2]. La micología predictiva es una disciplina, enfocada en el estudio y comportamiento de hongos deterioradores de alimentos. Los modelos matemáticos son una herramienta eficiente que utilizan los factores ambientales, individuales o combinados que afecten el crecimiento de los hongos que degradan los alimentos para mejorar su calidad. El objetivo de esta investigación es formular un modelo predictivo del crecimiento de cepas de *Alternaria alternata* aislada de papaya en función de la humedad relativa del ambiente para control calidad en el manejo poscosecha de la fruta.

#### **Materiales y métodos**

Se tomaron muestras de papaya infectadas de los mercados locales en Tepic, Nayarit. Las muestras se aislaron en cajas de PDA, se purificaron y se identificaron a nivel molecular. Para el desarrollo de los modelos, se realizaron medios complejos (agar papaya) [3] y se inocularon con una suspensión de esporas de  $10^5$  esporas/mL de cada una de las cepas aisladas. Para predecir el efecto humedad relativa en el crecimiento del hongo se realizó simulando las condiciones ambientales de manejo para la papaya e incubando las cepas en lotes diferentes de HR (40, 60, 75, 80%), se revisó diariamente y se midió el diámetro de las colonias en dos dimensiones. Este dato se utilizó para el desarrollo del modelo primario y los parámetros aquí obtenidos se utilizaron para el desarrollo de modelos secundarios. El ajuste de la curva se realizó utilizando el algoritmo Marquardt en el programa Statgraphics Centurion XV.II (Maryland, USA) con 95 % de confianza.

#### **Resultados y discusión**

*Modelo primario.* Se obtuvieron estimaron los parámetros de velocidad de crecimiento y fase lag (Ecn. 1), a partir de los gráficos de velocidad de crecimiento contra tiempo que se ajustaron a la ecuación de Baranyi (1995) [4].

$$R = R_0 + \mu A - \ln \left\{ 1 + \frac{[\exp(\mu_{\max} A) - 1]}{\exp(R_{\max} - R_0)} \right\} \quad (1)$$

R es el radio de la colonia (mm);  $R_0$  es el radio de la colonia al tiempo  $t = 0$ ,  $R_{\max}$  es el radio máximo de la colonia en las cajas de Petri, y  $A$  es una integral variable que va desde 0 a  $t$  en función de la curvatura de la gráfica:  $\mu_{\max}$  (mm/d) es la velocidad de crecimiento máxima;  $\lambda$  (d) es el tiempo lag y  $t$  (d) es el tiempo. Para predecir y describir el efecto de los factores ambientales, se realizó una primera etapa viendo en efecto de



la temperatura en la velocidad de crecimiento de las cepas, utilizando un Cardinal con Inflexión (CMI) propuesto por Rosso (1993) [5]. Para determinar el efecto de la HR se utilizó la ecuación de Arrhenius-Davey (Ecn. 2). Se logró predecir el efecto de la humedad relativa sobre el crecimiento de las cepas. Los parámetros del modelo predictivo para Humedad se muestran en la tabla 1. La HR es un importante factor que determina el crecimiento de los hongos, la alta HR aumenta los niveles de pudrición en la fruta.

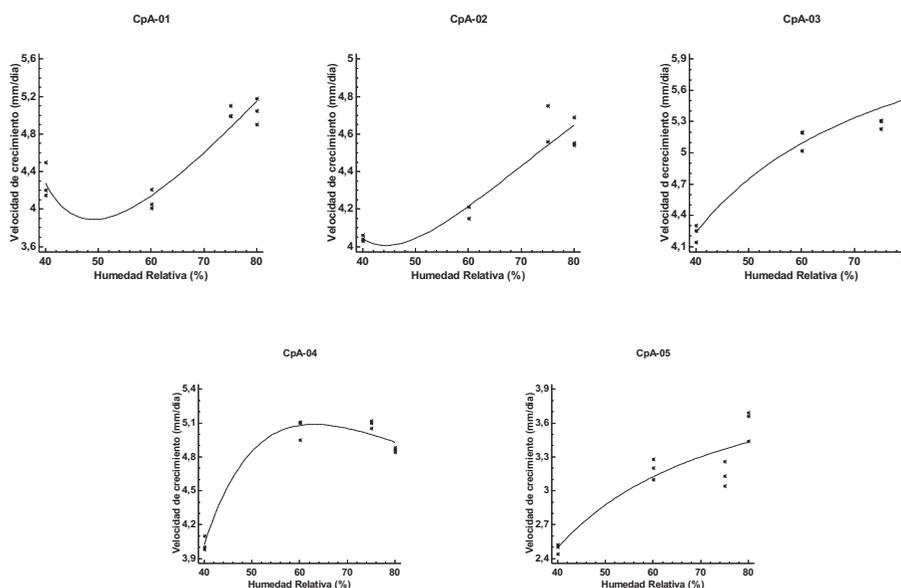
$$Vel = \exp\left(A + \left(\frac{B}{HR}\right) + \left(\frac{C}{HR^2}\right)\right) \quad (2)$$

**Tabla 2.** Parámetros obtenidos del modelo de Rosso en cinco cepas de *Alternaria alternata* aisladas de papaya.

Cepa	* $\mu$ (mm/día)	A	B	C	R <sup>2</sup>	CME
CpA-01	2,6	3,23 ± 0,26	-184,02 ± 30,3	4510,6 ± 801,5	89	0,03
CpA-02	2,3	2,13 ± 0,18	-66,72 ± 21,42	1480,15 ± 566,02	90	0,01
CpA-03	2,9	1,90 ± 0,18	-12,84 ± 20,7	-221,66 ± 551,1	95	0,02
CpA-04	2,5	0,92 ± 0,12	89,03 ± 13,82	-2807,54 ± 366,3	96	0,01
CpA-05	1,5	1,44 ± 0,41	-11,55 ± 47,67	-371,17 ± 1262,13	83	0,04

\*velocidad de crecimiento estimada a partir de la Ecn de Arrhenius-Davey a una HR de 80%.

De los resultados obtenidos, la velocidad de crecimiento de las cepas aumenta cerca de su temperatura óptima (25°C-28°C), su crecimiento disminuye a temperaturas extremas (Fig. 1). No obstante, el aumento de la HR está relacionado directamente con la producción de conidios de este género, lo que hace que el crecimiento se incremente y disminuya a bajas HR, lo cual muestra el comportamiento del hongo bajo distintos escenarios en su manejo.





**Figura 1.** Velocidades de crecimiento (mm/día) de las cinco cepas de *Alternaria alternata* aislada de papaya en función de la HR.

### **Conclusiones**

La cadena de suministro de la papaya es compleja y requiere condiciones muy específicas por lo que el desarrollo de modelos predictivos en este estudio en el crecimiento de hongos patógenos de la papaya apoyaría a la gestión de las condiciones de almacenamiento y transporte anticipándose a los problemas en la calidad del fruto y reduciendo las pérdidas.

### **Referencias**

1. SAGARPA. (01 enero 2018). Atlas Agroalimentario. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación [online]. [www.sagarpa.gob.mx](http://www.sagarpa.gob.mx). Consultado: 10 septiembre 2019.
2. García D, Ramos AJ, Sanchis V, Marín S. Predicting mycotoxins in foods: A review. *Food Microbiology*. 2009;26 (8):757-769.
3. Sandoval-Contreras T, Marín S, Villarruel-López A, Gschaedler A, Garrido-Sánchez L and Ascencio F. Growth Modeling of *Aspergillus niger* Strains Isolated from Citrus Fruit as a Function of Temperature on a Synthetic Medium from Lime (*Citrus latifolia* T.) Pericarp. *Journal of Food Protection*. 2017; 80(7):1090-1098.
4. Baranyi J, Roberts T.A. 1994. A dynamic approach to predicting bacterial growth in food. *International Journal of Food Microbiology*. 23:277-294.
5. Rosso L., Robinson T.P. A cardinal model to describe the effect of water activity on the growth of moulds. *International Journal of Food Microbiology*. 2001; 63:265-273.



## CA1

### **Optimización de parámetros del destilado de Uvas Pasas (*Vitis vinífera L.*) variedad Italia blanca a través de la evaluación sensorial**

E. Villanueva-Quejía<sup>1</sup>, D. Nolazco-Cama<sup>1</sup>, L. Tellez-Monzon<sup>1</sup>, S. Cerro-Ruiz<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ingeniería de Alimentos y Productos Agropecuarios, Facultad de Industrias Alimentarias, Universidad Nacional Agraria La Molina, Av. La Molina s/n La Molina, Lima-Perú.

<sup>2</sup>Departamento de Ingeniería en Industrias Alimentarias, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Av. Miraflores s/n Tacna- Perú.

Correo electrónico: [evillanueva@lamolina.edu.pe](mailto:evillanueva@lamolina.edu.pe)

**Palabras clave:** alcohol, fermentación, pasas.

#### **Introducción**

Perú se caracteriza por su riqueza en agrobiodiversidad, existen localidades donde se percibe mayor radiación solar y en mayor cantidad de horas durante el día, estas condiciones facilitan el secado de frutas. Las uvas pasas se obtienen del fruto de las bayas de uva *Vitis Vinífera L.* por lo general el uso de las pasas provienen del exceso de cosecha o sobreabundancia en el mercado regional y/o por la sobremaduración. Con la finalidad de dar valor agregado a esta materia prima se planteó investigar la optimización de parámetros de destilado de uvas pasas (*Vitis vinífera L.*) variedad Italia Blanca a través de la evaluación sensorial.

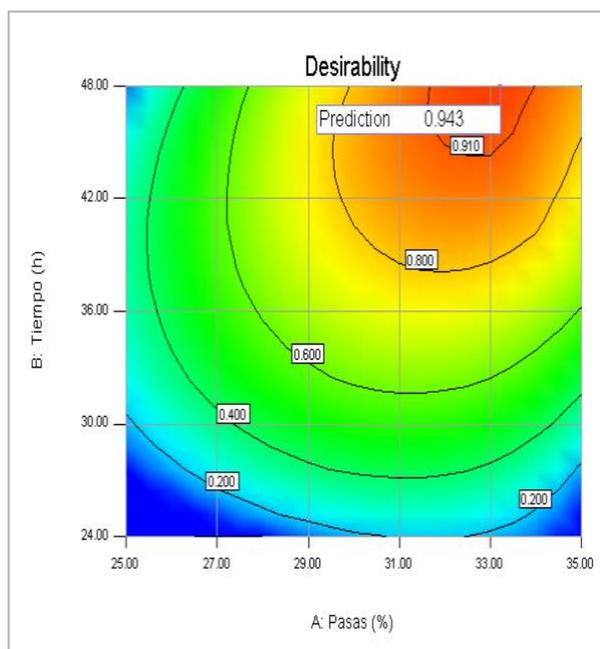
#### **Materiales y métodos**

Materia prima: Uvas pasas (*Vitis vinífera L.*) variedad Italia Blanca. Equipos y Materiales: Destilador, balanza analítica, buretas, alcoholímetro de Gay Lussac, refractómetro, potenciómetro, molino, digestor micro kjeldahl, cromatógrafo de gases y otros utilizados para el análisis de composición proximal.

Métodos-Determinación de composición proximal: Las pasas con semilla se acondicionaron para la determinación proximal [1]. Humedad (931.04), proteína cruda (970.22), grasa cruda (920.75), ceniza (972.15), fibra cruda (930.20) y carbohidratos totales. Se determinó por cromatografía de gases [3] el contenido formiato de etilo, furfural, aldehidos como acetaldehido, alcoholes superiores, acidez volátil, alcohol metílico, total de componentes volátiles.

#### **Resultados y discusión**

La Figura 1 muestra la distribución de las diferentes características del destilado de uvas pasas que reúne las condiciones máximas de aceptabilidad, y la deseabilidad del producto óptimo ( $fd=0,943$ ), se caracteriza por tener buen rendimiento cercano al máximo y aceptable percepción del sabor.



**Figura 1.** Optimización de parámetros para la aceptabilidad sensorial del destilado de uvas pasas.

En la Tabla 1 se muestra los resultados obtenidos del análisis de la composición fisicoquímica de destilado de pasas, el contenido de propanol contribuye a las características del alcohol [2] el contenido de ácido acético, alcohol etílico tienen una relación directamente proporcional con el tiempo de fermentación; el acetato de etilo y metanol habrá en menores cantidades cuando son mayores niveles de fermentación. El acetato de etilo y tiene lugar por reacción del ácido acético con el alcohol etílico [4] básicamente, son dos los factores más importantes para la velocidad en la producción de los ésteres: la concentración de los sustratos involucrados y el alcohol.

**Tabla 1.** Resultados del análisis fisicoquímico del destilado de pasas.

Análisis	Destilado de pasas
Extracto seco total (g/l)	0,06
Grado Alcohólico (%)	41,08
Ésteres (como acetato de etilo) (mg/100 ml)	30,39
Formiato de etilo (mg/100 ml)	0
Acetato de etilo (mg/100 ml)	30,39
Acetato de iso - amilo (mg/100 ml)	0
Furfural (mg/100 ml)	8,18
Aldehídos, como acetaldehído (mg/100 ml)	0
Alcoholes superiores, como alcoholes superiores totales (mg/100 ml)	202,94
Iso - propanol (mg/100 ml)	0
Propanol (mg/100 ml)	17,87
Butanol (mg/100 ml)	0
Iso - Butanol (mg/100 ml)	0
3 - metil - 1 -butanol/2 - metil - 1 -butanol (Iso/Teramílico) (mg/100 ml)	185,07



## IV Congreso en Tendencias en Ciencias de Alimentos y Desarrollo Tecnológico

### IV Congress on Trends in Food Science and Technology Development

---

Acidez volátil (% como ácido acético)	57,04
Alcohol metílico (mg/100 ml)	37,29
Total componentes volátiles y congéneres (mg/100 ml)	335,72

#### Conclusiones

Se logró optimizar los parámetros concentración de pasas, tiempo, aceración de pasas del destilado de uvas pasas a través de la evaluación sensorial. El sabor y olor fuertemente alcoholizado e incoloro son las características de este producto.

#### Referencias

1. AOAC (Association of Official Analytical Chemist, Estados Unidos). 2016. Official Methods of Analysis of Association of AOAC International. 20 ed. Latimer, GW (eds). Maryland, USA. 3100 p.
2. Hatta B. Influencia de la fermentación con orujos en los componentes volátiles del pisco de uva Italia (*Vitis vinifera* L. var. Italia). Tesis de maestría. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina; 2004.
3. INDECOPI 2008. Norma Técnica Peruana: Bebidas alcohólicas. Método de ensayo. Determinación de metanol y de congéneres en bebidas alcohólicas y alcohol etílico empleado en su elaboración, mediante cromatografía de gases. NTP 211.035: 2008. Lima.
4. Verstrepen K, Derdelinckx G, Dufour J-P, Winderickx J, Thevelein J, Pretorius I, Delvaux F. Flavor-active esters: adding fruitiness to beer. *J Biosci Bioeng.* 2003; 96: 110-118.



## CA2

### **Formulación y caracterización de películas comestibles a base de almidón de papa (*Solanum tuberosum*) y pectina**

J.J. Infante-Santos<sup>1</sup> y M.E. Toribio-Nava<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de ingeniería en industrias alimentarias, Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Zamora (ITESZ). Tecnológico Nacional de México. Carretera Zamora-La Barca km 7, El sauz de abajo. Zamora, Michoacán.

Correo electrónico: infante\_san\_1c@hotmail.com

**Palabras clave:** Película comestible, almidón, pectina.

#### **Introducción**

Las frutas y hortalizas son muy susceptibles al deterioro poscosecha debido a cambios fisiológicos, como la senescencia, maduración y daños físico-mecánicos durante el manejo. Actualmente estos alimentos se conservan de forma eficiente mediante el uso de cámaras de atmósferas controladas; sin embargo, éstas presentan la desventaja ser muy costosas. La tecnología emergente de películas comestibles (PC) resulta ser una excelente opción para conservar la vida poscosecha de frutas y hortalizas. Las PC funcionan como barreras reguladoras en la transferencia de gases y agua, lo cual permite retrasar el proceso de maduración y deterioro de frutas y hortalizas [1]. Además las PC tienen la ventaja de ser biodegradables [2]. Una PC puede ser definida como una capa delgada constituida de material polimérico natural, cuya composición es heterogénea y que puede ser ingerida sin riesgo alguno por el consumidor [3].

Por su parte, es importante mencionar los residuos agroindustriales generados tubérculos como la papa (*Solanum tuberosum*), contienen buenas cantidades de almidón. El cual fue empleado como base polimérica de las PC estudiadas, logrando de esta manera reducir impacto ambiental.

El objetivo de esta investigación fue formular y desarrollar PC a base de almidón de papa y pectina para su caracterización fisicoquímica mediante la medición de grosor, solubilidad, permeabilidad al vapor de agua y pruebas mecánicas.

#### **Materiales y métodos**

*Extracción de almidón:* El almidón se obtuvo de la cáscara de papa (*Solanum tuberosum*) por el método de sedimentación. Se utilizó una relación cáscara-agua destilada 1:2 (p/v), la mezcla se dejó sedimentar por 2 h. Posteriormente el almidón fue recuperado y se llevó a secado a 50°C durante 18 h. Por último, el almidón fue molido, tamizado y almacenado hasta su uso.

*Formación de las películas comestibles:* Se hicieron mezclas de agua, glicerol y almidón-pectina (4% base polimérica): 100% almidón (100A); 75% almidón y 25% pectina (75A25P); 50% almidón y 50% pectina (50A50P); y 25% almidón y 75% pectina (25A75P). Las mezclas se sometieron a agitación magnética por 18h, seguidas de un proceso de gelatinización del almidón a 80°C durante 10 min. De formulación se colocaron 20 mL en cajas Petri de 100 mm de diámetro, se sometieron a secado a 40°C durante 18 h. Finalmente las PC se desprendieron y almacenaron.

*Grosor de las PC:* El grosor cada PC se determinó usando un micrómetro digital Mitutoyo. Se realizaron 15 mediciones aleatorias alrededor de cada película.

*Solubilidad de las PC:* Se cortaron dos círculos de 2 cm de diámetro, se secaron a 104°C por 3h. Se pesaron y se sumergieron en 80 mL de agua destilada con agitación causal. Los residuos de las películas fueron recuperados por filtración y secados a 104°C por 3h.

*Permeabilidad al vapor de agua (PVA) de las PC:* Se determinó con una modificación de la ASTM, E 96-80, conocida como “método de la copa”. Las PC se equilibraron en un desecador a una humedad relativa del 53%. Las PC se colocarán en celdas de permeabilidad que en su interior contenían una solución sobresaturada de

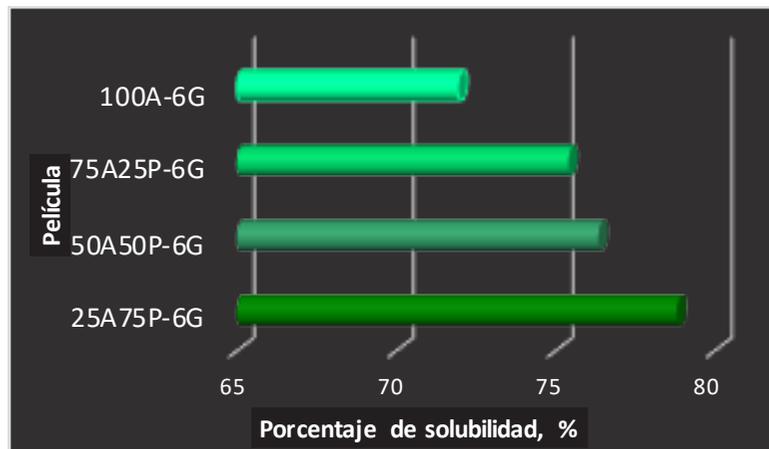


$\text{KNO}_3$  cada celda se colocó en un desecador, el cual contenía una solución saturada de  $\text{NaCl}$ . Se registraron los cambios en el peso de las celdas cada hora durante 8 h.

*Pruebas mecánicas:* A las películas elaboradas se les determinó los parámetros mecánicos de deformación, porcentaje de elongación y módulo elástico de acuerdo a la norma ASTM D882-83. Esta prueba se realizó empleando una equipo universal de pruebas mecánicas, en la que la distancia entre mordazas fue de 30 mm.

### Resultados y discusión

La figura 1 se muestra que la PC que presentó mejor solubilidad fue la 25A75P (78.81%), mientras que la de 100A mostró la menor solubilidad (71.93%). Lo anterior indica que a medida que aumenta el contenido de pectina, PC se vuelven más solubles en agua, esto debido a que el almidón contiene componentes no solubles (amilosa, amilopectina) en agua a temperatura ambiente en comparación con la pectina, haciendo que la película presente mayor resistencia a la humedad



**Figura 1.** Porcentaje de solubilidad al agua de las formulaciones de PC. A: almidón, P: pectina, G: glicerol.

Para el caso de la permeabilidad al vapor de agua los resultados se muestran en la tabla 1. Se observa que las PC que presentaron menor PVA fueron que contenían con solo almidón (425.88 g mm/m<sup>2</sup> kPa), mientras que las de mayor PVA fueron las 75P25A-6G (442.01 g mm/m<sup>2</sup> kPa), este comportamiento manifiesta que a medida que incrementa la cantidad de almidón en la película y se reduce la cantidad de pectina, la PVA decrece. Lo anterior se atribuye a que la pectina es un polisacárido soluble en agua, mientras que el almidón es menos soluble. Por tanto, éste no permite que las moléculas de vapor de agua migren (reducción de la difusión del gas).

**Tabla 1.** Permeabilidad al vapor de agua de las PC. A: almidón, P: pectina, G: glicerol.

<i>Formulación</i>	<i>PVAc (g mm/m<sup>2</sup> día KPa)</i>
100P	434.18
75P25A	442.01
50P50A	440.58
25P75A	430.52
100A	425.88



Se dice que las pruebas mecánicas son de suma importancia para poner en manifiesto el efecto sinérgico por parte de las mezclas binarias de polímeros para la creación de PC [4]. En este caso la PC con mayor valor de deformación presentado fue la PC 50P50A, lo que nos representa que al emplear la aleación en partes iguales de ambos polímeros, se incrementa el esfuerzo máximo de la PC, en el caso del porcentaje de elongación se dice que a menor porcentaje menor será la flexibilidad de la película, por lo que la PC menos flexible fue la de 100A, esto se atribuye a las características propias del almidón así como a la concentración empleada del plastificante (6%).

**Tabla 2.** Propiedades mecánicas de las PC. A: almidón, P: pectina, G: glicerol.

<i>Formulación</i>	<i><math>\sigma</math>, Mpa</i>	<i><math>\epsilon</math>, %</i>	<i>E, Mpa</i>
<i>100P-6G</i>	<i>0.6</i>	<i>38.1</i>	<i>4.1</i>
<i>75P25A-6G</i>	<i>0.3</i>	<i>36.4</i>	<i>4.1</i>
<i>50A50P-6G</i>	<i>0.8</i>	<i>68.7</i>	<i>4.1</i>
<i>25P75A-6G</i>	<i>0.4</i>	<i>50.3</i>	<i>4.1</i>
<i>100A-6G</i>	<i>0.1</i>	<i>27.4</i>	<i>4.1</i>

### Conclusiones

La PC formulada con 100 % de almidón (100A-6G) presentó mayor grosor, aunque se conoce que el grosor de las películas no está dada por la base polimérica utilizada, sino por el plastificante utilizado para su elaboración, así mismo esta formulación presentó una menor permeabilidad al vapor de agua.

La PC de menor concentración de almidón (25A75P-6G) presentó una mayor solubilidad, siendo 1.1 veces más soluble que la película formulada con 100% de almidón (100A-6G).

La PC formula con 50A50P presentaron mejor esfuerzo máximo y flexibilidad, por lo que esta fue la formulación con mejor característica mecánica.

### Referencias

1. McHugh, T., & Krochta, J. (1994b). Water vapor permeability properties of edible whey protein-lipid emulsion films. *J Am Oil Chem Soc* 71, 307–312.
2. Durango, A. M., Soares, N. d., & Arteaga, M. R. (2011). Edible films and coatings as biodegradable active packaging in the preservation of food products. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*. vol 9 No.1, 122-128.
3. Martin-Polo, M.; Mauguin, C. & Voilley, A. 1992. Hydrophobic films and their efficiency against moisture transfer. Influence of the film preparation technique. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 40: 407-412.
4. Caamal-Herrera, Isabel O., Pereira-Pacheco, Fabiola E., Madera-Santana, Tomás J. (2011). Caracterización óptica y mecánica de películas comestibles a base de mezcla binaria de almidones de *Phaseolus lunatus* L, *Manihot esculenta* Crantz y *Zea mays* L. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha* [en línea] Disponible en: <http://oai.redalyc.org/articulo.oa?id=81318808016> ISSN 1665-0264.



CA3

### **Sustitución en conos-waffle con residuos cerveceros: efecto en valores nutricionales y de textura**

M. F. Martínez-Peralta <sup>1</sup>, F. G. Rodríguez-Herrera, G. C. Díaz-Narváez, R. E. Ramírez-Carrillo y L. E. Pérez-Cabrera  
Departamento de Tecnología de Alimentos, Centro de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma de Aguascalientes.

Correo electrónico: fernanda.mtz\_p@hotmail.com

**Palabras clave:** conos-waffle, textura, residuos cerveceros.

#### **Introducción**

En la producción de cerveza sólo se aprovecha el 8% de los componentes del grano, con lo que el 92% del grano, inicialmente empleado, se obtiene como subproducto (bagazo) (Saval, 2012). Para poder aprovechar los subproductos alimentarios de una forma eficiente es necesario, en primer lugar, caracterizarlos para conocer su composición y propiedades (tecnológicas o bioactivas), así como conocer la cantidad en la que se generan, de forma que se pueda definir una tecnología adecuada para su tratamiento, recuperación y aprovechamiento, con el objetivo de reducir los impactos negativos como un aspecto de responsabilidad medioambiental. Grano de mosto cervecero es el residuo que queda después de la separación del mosto durante el proceso de elaboración de la cerveza (Santos *et al.*, 2003), se considera como un material rico en alrededor de 20% de proteína y 70% de fibra y contiene aproximadamente 17% de celulosa, 28% de celulosa polisacáridos, principalmente arabinosilanos y 28% lignina (Mussatto *et al.*, 2006). El objetivo de este trabajo fue realizar la sustitución (0, 5, 10, 15 y 20%) con grano gastado de mosto cervecero en la elaboración de conos-waffle para helado y evaluar su impacto en los parámetros nutrimentales (proteína, grasa fibra dietaria total, hidratos de carbono, sodio entre otros) y en la textura (dureza, fragilidad, crujencia, tenacidad).

#### **Materiales y métodos**

Para el desarrollo de las formulaciones de conos-waffles se utilizó una formulación a base harina de trigo, azúcar glass, claras de huevo, margarina y sal, realizando una sustitución de distintos porcentajes (0, 5, 10, 15 y 20%) con el grano gastado de mosto cervecero (variedad Pale Ale, de malta alemana importada) que se generó por la cervecería artesanal Santa Sofía. El grano gastado de mosto cervecero fue liofilizado (*Freeze System, Lanconco*), molido y tamizado, donde se utilizó un tamaño de partícula de 750  $\mu$ m. Para la formulación del cono se mezclaron las formulaciones en una batidora *kitchen aid* y se colocaron 5 ml durante 1.35 min a 170°C para la cocción de la pasta en un equipo *cucinaPro waffle Cone Maker*, posteriormente se formó el cono con apoyo de un molde y se dejó enfriar a temperatura ambiente para su posterior análisis.

Se realizaron determinaciones de los parámetros nutrimentales proteína, grasa fibra dietaria total, hidratos de carbono y sodio, para evaluar los posibles cambios en el porcentaje de sustitución, así como las propiedades mecánicas (textura) con el uso de un soporte para ensayos de compresión en cono de helado obteniéndose las curvas fuerza-distancia y a su vez los parámetros mecánicos de dureza, fragilidad, crujencia, tenacidad.

#### **Resultados y discusión**

En la Tabla 1 se observan los valores nutrimentales para los conos-waffle desarrollados con sustitución con residuos de grano gastado de mosto cervecero, donde se observa la relación del porcentaje de sustitución con el de proteína y fibra, pues cuando el porcentaje de sustitución se ve incrementado, el porcentaje de proteína y fibra aumentan significativamente. Se tienen diferencias significativas entre las muestras para el contenido de fibra dietaria total, a partir del 15% de sustitución, pues se tiene un incremento del 200% en el valor con respecto a muestras convencionales y comerciales de conos-waffle para helados. Aportando un aproximado del 6% del



## IV Congreso en Tendencias en Ciencias de Alimentos y Desarrollo Tecnológico

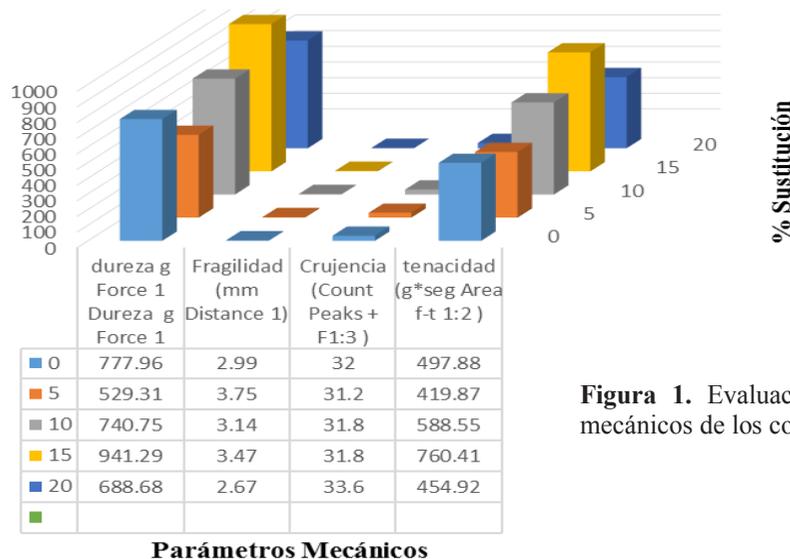
### IV Congress on Trends in Food Science and Technology Development

porcentaje de fibra dietaria de la ingesta diaria recomendada por el comité de expertos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y la Organización Mundial de la Salud (OMS), recomienda una ingesta de 25 gramos de fibra dietética al día.

**Tabla 1.** Caracterización nutrimental y proximal de conos-waffle con distintos niveles de sustitución con grano gastado de mosto cervecero.

Ingrediente % sustitución	0	5	10	15	20
Sodio	97.2	97.2	97.2	97.2	97.2
Fibra dietaria total	0.08	0.44	0.8	1.1	1.5
Grasas	13.3	14.8	15.1	12.5	12.2
Proteínas	5.4	5.6	5.8	5.9	6.2
Hidratos de carbono	48.31	47.79	47.27	46.7	45.0
Saturados totales	3.17	3.17	3.17	3.1	3.1
Humedad	0.03	0.02	0.02	0.03	0.03
Actividad de agua	0.47	0.45	0.47	0.48	0.49

En la Figura 1, se observan los parámetros mecánicos de los conos-waffle, donde la sustitución del 15% presenta valores mayores en dureza y tenacidad, relacionados con la resistencia al ser cortado y al ser tenaz para la resistencia de la fuerza a la hora de servir el helado en el cono-waffle. La sustitución del 20% es similar al control 0% para el parámetro de crujencia, propiedad de alto impacto en la calidad sensorial del producto.



**Figura 1.** Evaluación de parámetros mecánicos de los conos-waffle.

## Conclusiones



## **IV Congreso en Tendencias en Ciencias de Alimentos y Desarrollo Tecnológico**

### **IV Congress on Trends in Food Science and Technology Development**

---

Se concluye que es posible la sustitución con grano gastado de mosto cervecero en la elaboración de conos-waffle y con ello un incremento en el contenido de fibra dietaría total, en una porción de cono-waffle 14 g, sin alterar significativamente los parámetros mecánicos tan apreciados por el consumidor.

#### **Referencias**

1. Barreiro, P. 1996. Propiedades mecánicas de alimentos, definiciones y medidas instrumentales. En Fruticultura profesional.
2. Martínez, A.G., Pérez, L.E., Amador, K.Y., Tecante, A. 2018. Estudio de la composición fisicoquímica de harinas de grano gastado de malta cervecera para su uso como ingrediente alimentario.
3. Secretaría de Salud, 2016. Consumo de Fibra Dietética. En gob.mx.



CA4

### **Caracterización del perfil de proteínas y péptidos bioactivos de genotipos de garbanzo de interés alimentario (*Cicer arietinum* L.)**

M.F. Quintero-Soto<sup>1</sup>, A. Navarro-Leyva<sup>2</sup>, J. Chávez-Ontiveros<sup>1</sup>, N.Y. Salazar-Salas<sup>1,2</sup>, K.V. Pineda-Hidalgo<sup>1,2</sup>, J.A. Garzón-Tiznado<sup>1,2</sup>, F. Delgado-Vargas<sup>1</sup>, y J.A. López-Valenzuela<sup>1,2</sup>.

<sup>1</sup>Programa Regional de Doctorado en Biotecnología.

<sup>2</sup>Licenciatura en Biotecnología Genómica, Facultad de Ciencias Químico Biológicas, Universidad Autónoma de Sinaloa, 80010 Culiacán, Sin., México.

Correo electrónico: maryferquintero@gmail.com

**Palabras clave:** Garbanzo, actividad antioxidante, péptidos bioactivos.

#### **Introducción**

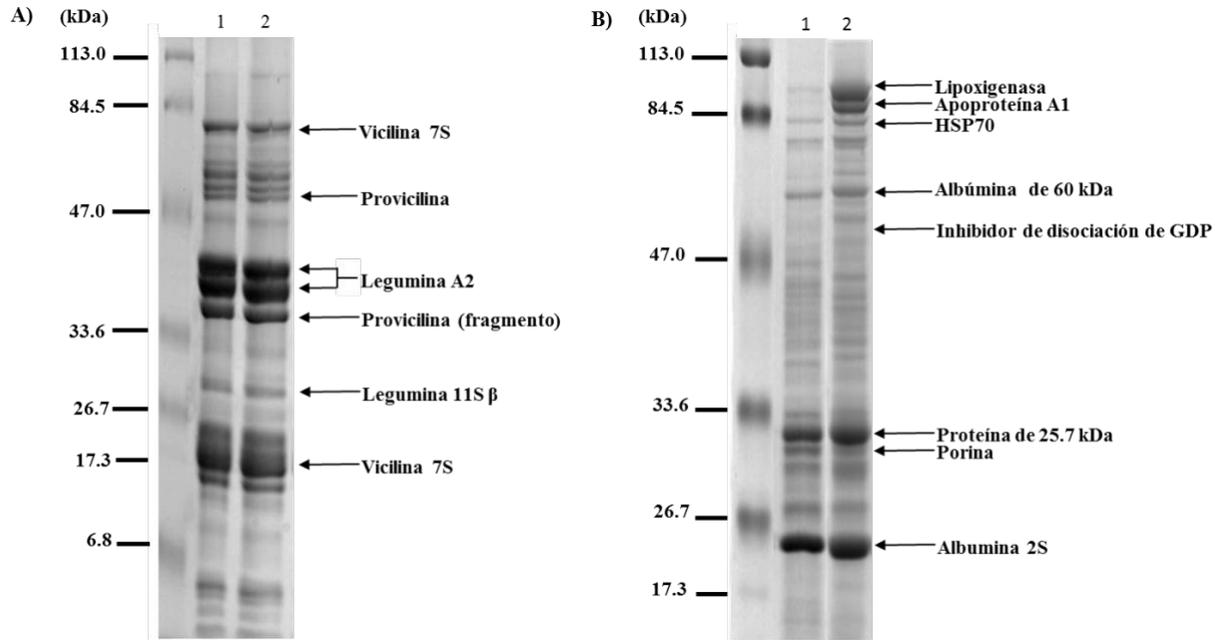
El garbanzo (*Cicer arietinum* L.) es la tercera leguminosa con mayor importancia en el mundo debido a su alto valor nutricional, principalmente por su contenido de proteínas; además posee diversas propiedades nutraceuticas las cuales se atribuyen a la presencia de una gran diversidad de compuestos con actividades biológicas, entre ellos péptidos con actividad antioxidante [2]. La alta incidencia de enfermedades crónico-degenerativas ha llevado a la búsqueda de nuevos compuestos con actividad biológica que contrarresten dichos padecimientos, por lo que el objetivo de este trabajo fue determinar los perfiles de proteínas y péptidos bioactivos responsables de la actividad antioxidante de genotipos de garbanzo.

#### **Materiales y métodos**

Se utilizaron 18 genotipos de garbanzo (9 tipo desi y 9 tipo kabuli). Se prepararon harinas, de las cuales se extrajeron las principales proteínas de almacenamiento (albúminas y globulinas) [1]. Estas fueron separadas por electroforesis unidimensional en geles de poliacrilamida bajo condiciones desnaturalizantes (SDS-PAGE) e identificadas por espectrometría de masas. Se obtuvieron hidrolizados proteínicos mediante digestión enzimática con alcalasa de las fracciones de proteínas obtenidas previamente (0.3 UA/ g de proteína, 1.5 h, 50 °C, pH 8.0). Los hidrolizados se cuantificaron y su concentración se ajustó a 1 mg de proteína/ mL para determinar su capacidad antioxidante empleando los métodos ABTS y DPPH [2]. A partir del genotipo y la fracción de proteínas más sobresaliente, se purificaron nuevas fracciones peptídicas, se ajustaron a una concentración de 0.2 mg de proteína/ mL y se evaluó su actividad antioxidante, posteriormente en la fracción con mayor actividad antioxidante se determinó el perfil de péptidos por cromatografía líquida de ultra resolución acoplada a espectrometría de masas en tándem. Los resultados se analizaron mediante un ANOVA de un solo factor y la comparación de medias se realizó utilizando la prueba de Tukey con un nivel de significancia del 5 %, mientras que la comparación entre los valores promedio de los genotipos de garbanzo desi y kabuli se realizó con una prueba t empleando el programa STATGRAPHIC plus versión 5.1. Las relaciones entre los genotipos de garbanzo se determinaron mediante un análisis de componentes principales (PCA) basándose en los datos de contenido de proteínas y actividad antioxidante de todos los genotipos utilizados empleando el programa STATA versión 11.1. Todas las mediciones se realizaron por triplicado.

#### **Resultados y discusión**

Los perfiles de proteínas mostraron una mayor acumulación de la fracción de globulinas, con una mayor proporción de legumina A2, mientras que en la fracción de albúminas se observó una mayor variabilidad entre los genotipos con una mayor acumulación de albúmina 2S (Figura 1).



**Figura 1.** Separación por SDS-PAGE de proteínas de las fracciones globulinas (A) y albúminas (B) en dos genotipos de garbanzo. A la izquierda de los geles se muestran los tamaños de los marcadores de peso molecular (kDa). Carriles: 1, genotipo kabuli (Bco. Sin. 92); 2, genotipo desi (ICC3761).

Los hidrolizados de la fracción de albúminas presentaron en promedio mayor actividad antioxidante (ABTS: 41.94 y 42.25 %; DPPH: 47.76 y 44.84 %, para kabuli y desi, respectivamente) que los hidrolizados de la fracción de globulinas (ABTS: 36.35 y 36.44 %; DPPH: 25.41 % y 26.70 %, para kabuli y desi, respectivamente), lo que sugiere una mayor proporción de péptidos con actividad antioxidante en la fracción de albúminas. El PCA mostró que el genotipo ICC3761 fue el más sobresaliente en contenido de proteína total (22.38 %), albúminas (17.13 %), globulinas (51.35 %) y actividad antioxidante (ABTS: 41.23 y 40.28 %; DPPH: 40.15 y 26.98 %, para albúminas y globulinas, respectivamente), por lo que la fracción de albúminas de este genotipo fue seleccionada para análisis posteriores. El hidrolizado de albúminas de ICC3761 se separó inicialmente en 3 nuevas fracciones (F1, F2 y F3), siendo la F1 la que presentó la mayor actividad tanto para ABTS (34.80 %) como para DPPH (48.87 %); en esta fracción se encuentran péptidos con mayor polaridad y solubilidad en agua, lo cual facilita su capacidad de interactuar con los radicales utilizados en los ensayos antioxidantes y la transferencia de átomos de hidrogeno, mientras que en el caso de la cadena lateral en algunos aminoácidos se favorece la transferencia de electrones. La F1 se separó nuevamente obteniendo seis fracciones (F1-1, F1-2, F1-3, F1-4, F1-5 y F1-6) que fueron evaluadas en su actividad antioxidante, destacando F1-3 (ABTS: 67 %; DPPH: 71 %) y F1-5 (ABTS: 78 %; DPPH: 69 %). F1-3 está conformada por los péptidos LGA, MDTN y TCSGL, mientras que en F1-5 se tienen FEL, FKN, MEE, FQKG, FEI y FIE. Estos péptidos, además de tener buena capacidad antioxidante, se encontró mediante análisis *in silico* que presentan en su secuencia fragmentos activos con otras actividades biológicas (actividad inhibitoria de ECA e inhibitoria de DPP-IV) [3], por lo que son buenos candidatos para ser utilizados como suplementos alimenticios, ayudando a prevenir o combatir diversas enfermedades.

## Conclusiones



Los resultados demuestran que los genotipos de garbanzo estudiados representan una buena fuente de péptidos con actividad antioxidante y otras potenciales actividades para contrarrestar diversas enfermedades, dándole un valor agregado a este cultivo tan importante para el noroeste de México y el mundo. La variabilidad observada en las características evaluadas sugiere que estos materiales son buenos candidatos para ser utilizados en el mejoramiento de la calidad nutracéutica del garbanzo.

#### Referencias

1. Dziuba J, Szerszunowicz I, Nałęcz D, Dziuba M. Proteomic analysis of albumin and globulin fractions of pea (*Pisum sativum* L.) seeds. *Acta Scientiarum Polonorum Technology Alimentary*, 2014; 13(2):181-190.
2. Kou X, Gao J, Xue Z, Zhang Z, Wang H, Wang X. Purification and identification of antioxidant peptides from chickpea (*Cicer arietinum* L.) albumin hydrolysates. *Food Science and Technology*, 2013; 50:591-598.
3. Minkiewicz P, Dziuba J, Iwaniak A, Dziuba M, Darewicz M. BIOPEP database and other programs for processing bioactive peptide sequences. *Journal of AOAC International*, 2008; 91:965-980.



**CA5**

**Estudio de la composición química de un aceite esencial naranja terpenado y desterpenado**

Diana Nolazco, Lena Téllez, Elizabeth Villanueva  
Facultad de Industrias Alimentarias y Ciencias de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Av La Molina s/n,  
Lima, Perú.  
Correo electrónico: dnolazco@lamolina.edu.pe  
**Palabras clave:** extractos, naranja, cromatografía.

**Introducción**

Los aceites esenciales (EOs) son extractos obtenidos de una variedad de plantas, actualmente solo como uso saborizante y aromatizante, sin embargo, ha despertado un gran interés como agentes naturales potenciales para la conservación de alimentos debido a sus propiedades antioxidantes y/o antimicrobianos. Industrialmente se comercializan aceites esenciales de naranja con y sin desterpenación, este último con mayor precio en el mercado por su mayor estabilidad. Por esta razón, el objetivo fue evaluar la composición química del aceite esencial de naranja con y sin desterpenación comercializado localmente a fin de estudiar su posible aplicación en la industria alimentaria, y el posible efecto sobre su potencialidad como antioxidante y antimicrobiano.

**Materiales y métodos**

*Muestras.* El aceite esencial de naranja terpenado de la empresa Lluch Essence (Barcelona, España) y la muestra desterpenada de la empresa Treatt (Florida, Treatt).

*FTIR.* Se efectuaron determinaciones de infrarrojo por medio del equipo Nicolet iS10 FTIR- spectrometer-thermo Fisher Scientific, entre 650 a 4000  $\text{cm}^{-1}$ , con una resolución de 4  $\text{cm}^{-1}$ , promediando 200 escaneos por espectro. Se trabajaron las muestras de aceite de naranja terpenado y desterpenado, utilizando materiales de vidrio independientes, además, se utilizó metanol como solvente de limpieza entre pruebas.

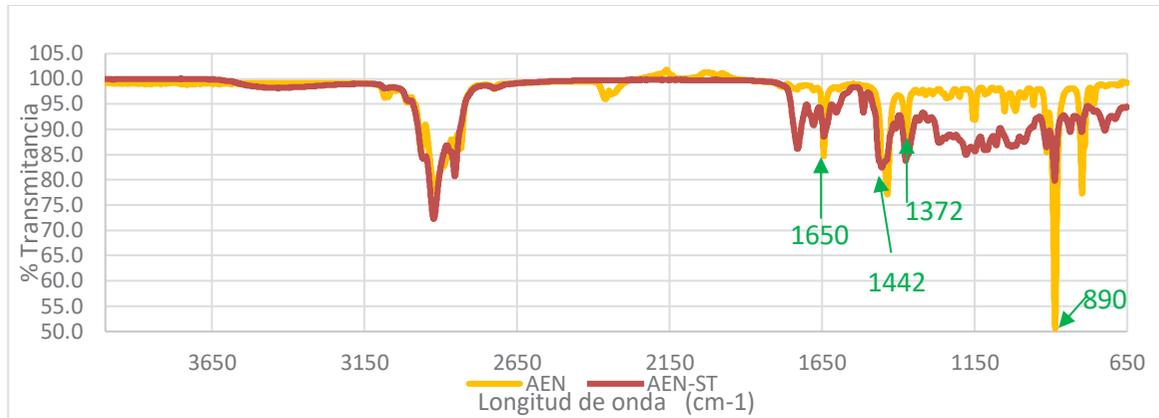
*Análisis de cromatografía de gases con espectrometría de masas (CG-SM).* Se usó un cromatógrafo de gases marca Agilent Technologies 7890 con detector espectrómetro de masas Agilent Technologies 5975C. Columna DB-5ms (60 m x 250  $\mu\text{m}$  x 0.25  $\mu\text{m}$ ). Se empezó a 40°C, con subida de 5°C/minuto hasta 180°C, luego 2.5°C/minuto hasta 200°C por 5 minutos, y finalmente 10°C/min hasta 300°C por 3 minutos. Tiempo de corrida 54 minutos, volumen de inyección de 1  $\mu\text{l}$ , y gas portador helio con flujo de 1ml/min. Para la preparación de las muestras se diluyó 20  $\mu\text{l}$  en 1 ml de diclorometano.

**Resultados y discusión**

Se pueden apreciar los espectros FTIR del aceite de naranja terpenado (AEN) y desterpenado (AEN-ST) en la figura 1, al comparar los espectros de los aceites, con el espectro de limoneno de la librería de OMNIC, los picos resultaron tener las mismas tendencias, solo muestran variación en la intensidad. Asimismo, AEN tuvo una probabilidad de ser limoneno puro cerca del 86.75 %, y para el AEN-ST tiene una probabilidad de 30.5%; destacan los picos con transmitancia 1650, 1442, 1364 y 890  $\text{cm}^{-1}$ , y coincidiendo con otros autores [1]. Los resultados cromatográficos indicaron 17 compuestos presentes en el aceite esencial de naranja sin desterpenación (AEN) donde el componente mayoritario fue limoneno en un 93.12%, y los minoritarios son  $\alpha$ -terpinoleno,  $\alpha$ -felandreno,  $\beta$ -pineno, nonanal,  $\beta$ -citronelal y decanal. En el aceite esencial de naranja desterpenado (AEN-ST) se determinó 21 compuestos, con d-limoneno en un 44.95%, seguido por  $\beta$ -linalool, y undecanal, además de los minoritarios dodecanal, carviofileno y  $\alpha$ -farneseno. Al respecto, autores [4] reportaron que en aceites esenciales de naranja desterpenados 20 fold hubo un contenido de limoneno de 23.24%, entre otros compuestos encontrados como decanal, linalool,  $\alpha$ -terpineol, y valencene; y en los aceites sin desterpenar encontraron d-limoneno en un 91.12% con otros compuestos en menor número que el 20 fold.



Los mismos autores determinaron mayor actividad antimicrobiana y antioxidante en aceite esencial de naranja desterpenado; indicando que el limoneno no estaría siendo el responsable de estas actividades, según resultados anteriores [3]. Los otros compuestos que se estarían generando durante una desterpenación podrían tener interés industrial, así mismo se ha reportado que el linalool y terpenileno [5] presentan alta capacidad antioxidante y buena actividad antifúngica [4]



**Figura 1.** Espectogramas FTIR del AEN y AEN-ST.

### Conclusiones

La espectroscopía infrarroja llevada a cabo permite comprobar que realmente los aceites obtenidos poseen los componentes principales que los definen. Según CG-MS se obtuvo en AEN-ST mayor número de compuestos que en AEN, con potencial uso como antioxidante y antimicrobiano en sistemas para alimentos además de su uso como aromatizante.

### Referencias

1. Bounnas K, Bouzidi N, Daghbouche Y, Garrigues S, De la Guardia M, y El Hattab M. Essential oil counterfeit identification through middle infrared spectroscopy. *Microchemical Journal*. 2018;139: 347-356.
2. Choi H.-S, Song H.S, Ukeda H, Sawamura, M. Radical-scavenging activities of citrus essential oils and their components: Detection using 1, 1-diphenyl-2-picrylhydrazyl. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2000; 48: 4156-4161
3. Park S, Lim YK, Freire MO, Cho E, Jin D, Kook J. Antimicrobial effect of linalool and  $\alpha$ -terpineol against periodontopathic and cariogenic bacteria. *Anaerobe*. 2012; 18 (3): 369-372.
4. Torres-Alvarez C, Núñez González A, Rodríguez J, Castillo S, Leos-Rivas C, Báez-González J. Chemical composition, antimicrobial, and antioxidant activities of orange essential oil and its concentrated oils. *CyTA - Journal of Food*. 2016; 15(1): 129-135
5. Zengin, H, Baysal, A. Antibacterial and antioxidant activity of essential oil terpenes against pathogenic and spoilage-forming bacteria and cell structure-activity relationships evaluated by SEM microscopy. *Molecules*. 2014; 19(11): 17773-17798.



CA6

### **Efecto de la precocción y deshidratación de camote de cerro (*Dioscorea remotiflora*) sobre la morfología y propiedades de empaste de harinas precocidas**

E. Villarreal-Flores<sup>1</sup>, Y. Estrada-Girón<sup>1</sup>, y V.V.A. Fernández-Escamilla<sup>2</sup>

Departamento de Ingeniería Química<sup>1</sup>, Universidad de Guadalajara. Blvd. Marcelino García Barragán #1421 Colonia Olímpica, Guadalajara, Jal. 44430 México.

Departamento de Ciencias Tecnológicas<sup>2</sup>, Universidad de Guadalajara. Av. Universidad #115, Ocotlán; Jal. 47810 México.

Correo electrónico: mara.estrada@academicos.udg.mx

**Palabras clave:** camote de cerro, harinas, caracterización.

#### **Introducción**

A nivel mundial, el consumo de tubérculos como la papa, la yuca o el camote dulce ha incrementado en los últimos años debido a su importancia como agronegocio y su uso como fuente para la extracción de diosgenina. Dentro del género de las *Dioscoreas*, se reconocen más de 600 especies localizadas en países como Asia, África y el Caribe. En México, los tubérculos de la especie *Dioscorea* crecen de forma silvestre en zonas húmedas. En particular, en el estado de Jalisco a los tubérculos del género *Dioscorea* se le denominan comúnmente como camote de cerro, y se reconocen 9 especies comestibles distribuidas a lo largo de la cuenca de Chapala, como son *D. jaliscana*, *D. mexicana*, *D. sparsiflora*, *D. remotiflora*, entre otras. Para diversificarse el uso de este cultivo (*D. remotiflora*), este trabajo tuvo como objetivo realizar la precocción de los tubérculos de camote para la obtención de harinas y caracterizarlas mediante pruebas de empaste y micrografías.

#### **Materiales y métodos**

##### **Propiedades de empaste**

Las propiedades de empaste de harinas al 8 % (b.s.) se determinaron por medio de un analizador de viscosidad rápido (RVA), bajo condiciones de: 1) aumento de temperatura desde 50°C por 1 min, 2) 90°C (6°C/min) y mantenimiento por 5 min, y 3) enfriamiento hasta 50°C (6°C/min). Con los parámetros obtenidos del perfil de empaste se calcularon los parámetros de facilidad de cocción, ruptura, retrogradación y consistencia. (Dufour et al, 2009).

##### **Microestructura**

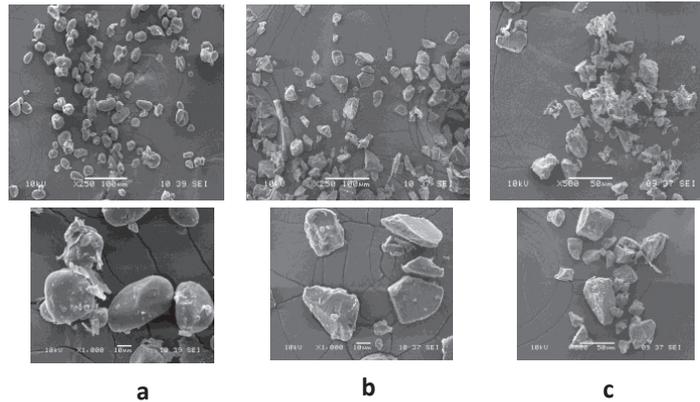
Los cambios en morfología de las harinas se observaron con un microscopio electrónico de barrido JEOL-JSM-5900LV a un voltaje de aceleración de 20 kV (JEOL LTD. Tokio, Japón). Posteriormente se tomaron las micrografías SEM de la superficie interna a diferentes resoluciones

##### **Resultados y discusión**

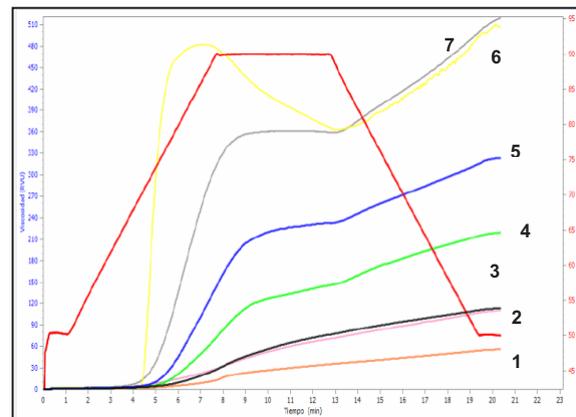
Los gránulos del almidón de la harina cruda tienen formas ovoides; además hay la presencia de restos de material que pueden ser fragmentos de fibras, proteínas o gránulos fraccionados durante la molienda (Figura 1a); mientras que en el material precocido se observa la presencia de gránulos amorfos, lo que se atribuye a la gelatinización parcial del almidón, además de fragmentos de estructuras las cuales se unieron después de la cocción y el enfriamiento (Figuras 1b y 1c). Para las propiedades de empaste, la VP fue mayor para el tratamiento 4, por lo que la fuerza de cohesión para su desintegración es menor esto debido al pretratamiento térmico; la FC fue menor a 5 min, por lo que la desintegración sería más fácil. Además, valores altos de RT indican la tendencia a la rigidez de las pastas después del enfriamiento es decir el reordenamiento de los



componentes del almidón. A mayor tiempo y temperatura, la consistencia también fue mayor debido a que los gránulos de almidón están más expuestos al esfuerzo de corte por lo que la desintegración es más rápida.



**Figura 1.** Micrografías de harinas. a) Control, b) 93.27 °C / 25 min, c) 77.72°C / 25 min.



**Figura 2.** Viscoamilogramas de harinas precocidas de camote de cerro. 1) 77.7°C/25min, 2) Comercial, 3) 85.5°C/25min, 4) 80°C/35min, 5) 93.2°C/25min, 6) cruda y 7) 93.3°C/18.3min (optimizado).

**Tabla 1.** Propiedades de empaste de harinas de camote de cerro.

Tratamiento	T (°C)	t (min)	VP (RVU)	Facilidad de cocción (min)	Retrogradación (RVU)	Consistencia (min)	TEM (°C)
<b>Control</b>	27	0	260.2 ± 4.4 <sup>f</sup>	2.16 ± 0.2 <sup>f</sup>	53.6 ± 6.0 <sup>a</sup>	67.1 ± 3.0 <sup>b</sup>	73.6 ± 0.0 <sup>b</sup>
<b>1</b>	80	15	18.8 ± 1.7 <sup>b</sup>	1.52 ± 0.1 <sup>de</sup>	86.8 ± 3.5 <sup>b</sup>	94.0 ± 3.8 <sup>c</sup>	0.0 ± 0.0 <sup>a</sup>
<b>2</b>	85	25	18.3 ± 0.9 <sup>b</sup>	1.20 ± 0.0 <sup>cd</sup>	90.3 ± 6.0 <sup>b</sup>	98.3 ± 6.7 <sup>c</sup>	0.0 ± 0.0 <sup>a</sup>
<b>3</b>	85.5	39.14	36.9 ± 4.9 <sup>c</sup>	0.85 ± 0.2 <sup>ab</sup>	189 ± 0.0 <sup>c</sup>	207.6 ± 0.4 <sup>f</sup>	83.1 ± 0.0 <sup>c</sup>
<b>4</b>	93.27	25	102.4 ± 0.8 <sup>c</sup>	0.90 ± 0.0 <sup>abc</sup>	225.2 ± 4.7 <sup>e</sup>	275.5 ± 5.4 <sup>h</sup>	74.8 ± 0.2 <sup>b</sup>
<b>5</b>	85.5	11	33.1 ± 4.3 <sup>c</sup>	0.86 ± 0.2 <sup>ab</sup>	167.6 ± 9.4 <sup>d</sup>	184.3 ± 9.7 <sup>c</sup>	84.9 ± 0.9 <sup>f</sup>



## IV Congreso en Tendencias en Ciencias de Alimentos y Desarrollo Tecnológico

### IV Congress on Trends in Food Science and Technology Development

6	91	35	36.3 ± 2.1 <sup>c</sup>	0.72 ± 0.0 <sup>a</sup>	210.3 ± 14.4 <sup>f</sup>	229.8 ± 15.9 <sup>g</sup>	82.0 ± 0.4 <sup>de</sup>
7	80	35	45.5 ± 5.2 <sup>d</sup>	0.95 ± 0.1 <sup>abc</sup>	174.7 ± 5.9 <sup>d</sup>	196.7 ± 2.5 <sup>cf</sup>	80.7 ± 1.7 <sup>cd</sup>
8	91.5	15	49.6 ± 7.4 <sup>d</sup>	1.10 ± 0.1 <sup>bc</sup>	177.0 ± 4.9 <sup>de</sup>	199.4 ± 1.9 <sup>f</sup>	80.0 ± 0.8 <sup>c</sup>
9	85.5	25	33.2 ± 2.4 <sup>c</sup>	1.09 ± 0.3 <sup>bc</sup>	140.4 ± 2.3 <sup>c</sup>	155.6 ± 1.6 <sup>d</sup>	0.0 ± 0.0 <sup>a</sup>
10	77.72	25	8.8 ± 0.1 <sup>a</sup>	1.58 ± 0.0 <sup>c</sup>	47.9 ± 6.0 <sup>a</sup>	51.2 ± 0.8 <sup>a</sup>	0.0 ± 0.0 <sup>a</sup>

Los valores seguidos por letras diferentes muestran diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) de acuerdo con la prueba LSD de Fisher. (VP) Viscosidad pico, (FC) facilidad de cocción, (RT) retrogradación, (CS) consistencia y (TEM) temperatura de empaste. RVU = unidades de visco analizador

Los gránulos del almidón de la harina cruda tienen formas ovoides; además hay la presencia de restos de material que pueden ser fragmentos de fibras, proteínas o gránulos fraccionados durante la molienda (Figura 1a); mientras que en el material precocido se observa la presencia de gránulos amorfos, lo que se atribuye a la gelatinización parcial del almidón, además de fragmentos de estructuras las cuales se unieron después de la cocción y el enfriamiento (Figuras 1b y 1c). Para las propiedades de empaste, la VP fue mayor para el tratamiento 4, por lo que la fuerza de cohesión para su desintegración es menor esto debido al pretratamiento térmico; la FC fue menor a 5 min, por lo que la desintegración sería más fácil. Además, valores altos de RT indican la tendencia a la rigidez de las pastas después del enfriamiento es decir el reordenamiento de los componentes del almidón. A mayor tiempo y temperatura, la consistencia también fue mayor debido a que los gránulos de almidón están más expuestos al esfuerzo de corte por lo que la desintegración es más rápida.

### Conclusiones

La precocción del camote de cerro es una alternativa para la diversificación de este cultivo que tiene limitadas aplicaciones. El tratamiento térmico modifica las estructuras de los gránulos de almidón por lo que las propiedades de empaste muestran mediante los valores de viscosidad el grado del daño, además la forma de los gránulos se modifica los resultados mostraron el efecto del daño de los gránulos de almidón causado por la combinación de los distintos tiempos y temperaturas a las que fueron procesadas las harinas.

### Referencias

1. Pineda-Gómez, P., Acosta-Osorio, A.A., Coral, D.F., Rosales-Rivera, A., Sanchez-Echeverri, L.A., Rojas Molina, I., Rodríguez-García, M.E., 2012. Physicochemical characterization of traditional and commercial instant corn flours prepared with threshed white corn. *CYTA - J. Food* 10, 287–295.
2. Akissoé, N., Hounhouigan, J., Mestres, C., Nago, M., 2003. How blanching and drying affect the colour and functional characteristics of yam (*Dioscorea cayenensis-rotundata*) flour. *Food Chem.* 82, 257–264.
3. Ma, Z., Boye, J.I., Simpson, B.K., Prasher, S.O., Monpetit, D., Malcolmson, L., 2011. Thermal processing effects on the functional properties and microstructure of lentil, chickpea, and pea flours. *Food Res. Int.* 44, 2534–2544.
4. Tortoe, C., Dowuona, S., Akonor, P.T., Dziedzoave, N.T., 2017. Examining the physicochemical, functional and rheological properties in flours of farmers' 7 key yam (*Dioscorea* spp.) varieties in Ghana to enhance yam production. *Cogent Food Agric.* 3, 1–9.
5. Markusse, D., Marcel, N.R., Aboubakar, X., Nicolas, N.Y., Joël, S., Moses, M.F.C., 2018. Production, physicochemical and sensory characterization of cocoyam mixed flours and pastes (achu). *J. Food Meas. Charact.* 12, 1242–1252.



CA7

### **Diseño y evaluación de un recubrimiento comestible para alargar la vida de anaquel de Guayaba (*Psidium guajava* L)**

A. Fuentes-Ruiz, A. Arreola-González, M. Domínguez-Espinosa; T. Jaime-Ornelas

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias de la Nutrición y Alimentos, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH) Libramiento Norte Poniente No. 1150, Col. Lajas Maciel, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, C.P. 29039. e-mail: abril.fuentesrz@gmail.com. <sup>2</sup>Departamento de Salud Pública, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CUCBA). Universidad de Guadalajara. Camino Ramón Padilla Sánchez #2100 Nextipac, Zapopan, Jalisco.

Correo electrónico: abril.fuentesrz@gmail.com

**Palabras clave:** Recubrimiento comestible Almidón de plátano macho, guayaba.

#### **Introducción**

Las frutas son alimentos cuya vida de anaquel es corta, por lo que la mayoría de éstas se consideran perecederas. Para disminuir la velocidad de su respiración, frenar su deterioro y el desarrollo de microorganismos deterioradores, principalmente de hongos; así como aumentar su periodo de vida, suelen almacenarse en refrigeración. Una estrategia desarrollada en los últimos años para reducir aún más la respiración de los alimentos refrigerados y limitar la descomposición de alimentos perecederos, ha sido el uso de recubrimientos comestibles. Estos son elaborados a base de diversos polisacáridos como el almidón y el quitosano los cuales, forman una delgada capa de material comestible sobre la superficie del alimento, logrando extender la vida de anaquel de frutas y hortalizas hasta en un mes en condiciones de refrigeración [1]. La guayaba (*Psidium guajava* L) es un fruto estacional, que se cultiva principalmente en las regiones tropicales y subtropicales del mundo. Es conocida y consumida en la mayor parte del mundo, principalmente en fresco, aunque exhibe una elevada velocidad de respiración que ocasiona su rápida maduración. Esto conlleva a un rápido deterioro del fruto limitando su vida de anaquel a menos de una semana. Aunado a esto, en México el manejo postcosecha de la guayaba es mínimo, su cosecha es manual y su transporte es a granel o en cajas sin ninguna protección; resultando un alto porcentaje del fruto con daño mecánico [2]. Por lo anterior, el objetivo de esta investigación es diseñar un recubrimiento comestible a partir de quitosano y almidón de plátano macho verde (fruto con alto índice de desperdicio en Chiapas), para evaluar su efecto sobre la calidad poscosecha de la guayaba.

#### **Materiales y métodos**

El recubrimiento comestible fue elaborado a partir de almidón de plátano macho verde (extraído en laboratorios de UNICAH), quitosano grado alimenticio (mediano peso molecular Fraken Biochem Co, Ltd; batch HL150502X), ácido acético (LABESSA®, Mexico) y glicerol (HYCEL, México). Para determinar la composición del recubrimiento, primero se determinó la concentración de almidón de plátano macho y quitosano que de manera individual, formaran una película firme que se adhiriera a la guayaba. Con un diseño experimental factorial y por triplicado, se probaron las concentraciones de almidón (2, 4 y 6%) así como de quitosano (1; 1,5 y 2%) disuelto en ácido acético (0.5% y 0.8%). A partir de cada formulación, se elaboraron películas con 10ml vaciados en cajas Petri de vidrio (10 cm de diámetro) recubiertas con teflón las cuales, fueron secadas a 37°C durante 24h. Con cada formulación, se recubrieron frutos de guayaba en estado de madurez verde y almacenaron a condiciones ambiente (25°C ±5°C, y 50-60%HR) durante 10 días para observar cambios físicos y evaluarlos sensorialmente. Definida la concentración de almidón y quitosano que formaron películas y que además se adhirieron bien la guayaba, se combinaron ambas soluciones de acuerdo con la relación 50:50 para desarrollar películas de quitosano:almidón. Con esta solución se recubrieron guayabas en estado de madurez verde las cuales, se almacenaron bajo las mismas condiciones mencionadas anteriormente. Las películas así obtenidas se



caracterizaron mediante los parámetros de espesor (mm) (Ruiz 2009); solubilidad (Fundo, *et al.* 2014), Humedad (Mei y Shao, 2003); Pruebas mecánicas (ASTM D882,) y Permeabilidad al vapor de agua (ASTM E96). Asimismo a las guayabas recubiertas se les evaluó °Brix (AOAC 1984); Acidez titulable (NMX-FF-011-1982); pH (NMX-F-317-NORMEX-2013); pérdida de peso y firmeza (Hong, *et al.* 2012). Todas las determinaciones se hicieron por triplicado. El análisis estadístico de los resultados se realizó mediante un análisis de varianza (ANOVA) empleando un factor de confiabilidad del 95% ( $p < 0.005$ ) y el Software Minitab

### Resultados

Las películas elaboradas con quitosano al 1.5% disuelto en ácido acético al 0.8% m presentaron las mejores propiedades físicas de firmeza y desprendimiento además de ser las que se adhirieron mejor a la superficie de la guayaba. Por su parte, las películas elaboradas con 4% de almidón de plátano macho verde fueron las más firmes, presentaron menor color, opacidad y se adhirieron a la superficie de las guayabas sin producir anaerobiosis ni desarrollo de olores ni sabores desagradables. Al mezclar las formulaciones de almidón de plátano macho:quitosano, con la relación 50:50, se formaron películas firmes, con poca opacidad y color el cual, no afectó la percepción del color de la guayaba (tabla 1). Las guayabas recubiertas con esta solución presentaron mejores características poscosecha que las del tratamiento control.

**Tabla 1.** Caracterización de película comestible de almidón de plátano macho verde (4%) y quitosano (1.5%) con la relación 50:50 y parámetros de guayaba recubierta con este recubrimiento.

Película		Guayaba recubierta	
Análisis	Valor	Análisis	Valor
Espesor (mm)	0,05±0,05	pH	4,07±0,08
Solubilidad (%)	59,42 ± 0,01	°Brix (%)	9,93 ±0,07
Humedad (%)	0,56 ± 0,03	Acidez	0,911±0,01
Pruebas mecánicas: Módulo de Young (MPa)	6,71 ± 0,42	Firmeza (Kg/m <sup>2</sup> )	3,57 ±0,35
Permeabilidad al vapor de agua (g /m s Pa)	1,35 ±0,01	Pérdida de peso (%)	18,74± 0,20

La caracterización de las películas de almidón de plátano macho:quitosano (50:50) indica que son películas delgadas, más solubles, con menor elasticidad y fuerza que las películas de quitosano. Los frutos estudiados presentaron una pérdida de peso progresiva con el tiempo de almacenamiento, sin embargo, ésta fue más evidente en los frutos sin recubrimiento (guayabas del tratamiento control). Al concluir el periodo de estudio, los frutos con el recubrimiento presentaron menores pérdidas de peso; mejor apariencia, olor y sabor que las guayabas no recubiertas. La firmeza de los frutos recubiertos y no recubiertos disminuyó conforme avanzó el tiempo de almacenamiento, aunque los frutos del tratamiento control presentaron menores valores de firmeza al final del estudio (día 10). El contenido de ácido cítrico y el pH se mantuvieron constantes a lo largo del periodo de estudio para las guayabas recubiertas. Esto confirma que el recubrimiento creó una microatmósfera alrededor de los frutos de guayaba; disminuyó la velocidad de respiración y retardó su maduración sin generar anaerobiosis ni fermentación [4 y 5].

### Conclusiones

El almidón de plátano macho verde tiene potencial para ser utilizado en la elaboración de recubrimientos comestibles. Se desarrolló un recubrimiento comestible para guayaba a partir de quitosano grado alimenticio y almidón de plátano macho verde el cual, permitió extender la calidad de las guayabas a 10 días en



## IV Congreso en Tendencias en Ciencias de Alimentos y Desarrollo Tecnológico

### IV Congress on Trends in Food Science and Technology Development

---

condiciones ambiente manteniendo sus características sensoriales agradables al consumidor. El recubrimiento así formado presenta solubilidad, elasticidad, permeabilidad al vapor de agua y módulo de Young dentro del rango de valores reportados para recubrimientos de almidón de diferentes orígenes y quitosano.

#### Referencias

1. **García, Mario Alfonso. (2010).** Películas y recubrimientos comestibles: una alternativa favorable en la conservación poscosecha de frutas y hortalizas”. Cuba. 2015, Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, No. 3, Vol. 24. ISSN -1010- 2760.
2. **Antonio Yam Tzec, José, Villaseñor Perea, Carlos Alberto, Romantchik Kriuchkova, Eugenio, Soto Escobar, Martín, & Peña Peralta, Miguel Ángel. (2010).** Una revisión sobre la importancia del fruto de Guayaba (*Psidium guajava* L.) y sus principales características en la postcosecha. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, 19(4), 74-82. Recuperado en 27 de septiembre de 2019, de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2071-00542010000400012&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542010000400012&lng=es&tlng=es).
3. **Requena Peris, R., Vargas Colàs , M. y Chiral Boix, A. (2015).** Propiedades mecánicas de films de almidón obtenidos por moldeo, por compresión, efecto de los plastificantes. Recuperado el 27 de septiembre de 2019, de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/57702/TM%20Raquel%20Requena.pdf?sequence=1>
4. **Redgwell, R. J., & Fischer, M. (2008).** Textura de la fruta, metabolismo de la pared celular y percepciones del consumidor. *Bases biológicas de la calidad de la fruta* (pp. 47-90). Acribia. ISBN 978- 607-37-0634-6.
5. **Orozco Silvas, E. (2017).** Elaboración y caracterización de películas de mucilago de nopal-pectina: efecto de la concentración de mucilago de nopal en las propiedades físicoquímicas y mecánicas. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma del Estado de México.



**CA8**

**Extracción y caracterización de pectinas de cálices de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.)**

Esparza-Merino. R.M<sup>1</sup> y Estrada-Girón Y<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ing. Química, Universidad de Guadalajara CUCEI, Blvd. Marcelino García Barragán 1421, 44430  
Guadalajara, JAL, México

Correo electrónico: virgo15rosa@hotmail.com

**Palabras clave:** pectina, bagazo de *Hibiscus sabdariffa* L., caracterización.

**Introducción**

Las pectinas son polisacáridos complejos formados por largas cadenas de ácido D-galacturónico, y se emplean en la industria alimentaria como agentes gelificantes, estabilizantes y espesantes de alimentos y bebidas. En relación con el porcentaje de esterificación, las pectinas se clasifican como de alto metoxilo si el porcentaje es superior al 50% y de bajo metoxilo cuando es inferior. Las condiciones de extracción de pectina influyen en sus características físicas y químicas (1). Las principales fuentes de obtención de pectina son el bagazo de manzana y piel de cítricos, pero también se han explorado otras fuentes (cáscaras de fruta dragón, maracuyá, plátano). El propósito de utilizar los desechos de las industrias es transformarlos en otros productos de valor agregado y al mismo tiempo cuidar el ambiente (2); tal es el caso de los cálices de jamaica que una vez obtenido el extracto acuso el bagazo se considera un deshecho. El objetivo de este trabajo fue extraer la pectina del bagazo de dos variedades de cálices de jamaica y caracterizar sus propiedades fisicoquímicas.

**Materiales y métodos**

Después de la extracción del jugo de los cálices de jamaica Colima y Sudán, bajo condiciones de remojo d en agua durante 1 h, a temperatura ambiente; y cocción por 12 min a temperatura de ebullición, el bagazo se liofilizó, se molió y se tamizó a través de una malla 0.5 mm. La extracción y precipitación de la pectina se realizó por el método descrito por Canteri Schemin (2). Los geles obtenidos se liofilizaron, se molieron y se tamizaron con un tamiz de malla 100. Para la caracterización, los grupos funcionales se determinaron mediante espectrofotometría de infrarrojo con transformada de Fourier (FT-IR) por el método de transmisión (muestra laminada). El grado de metoxilación se determinó por volumetría con la metodología descrita por Grunauer E & Cornejo Z (3). La viscosidad se determinó con un viscosímetro (DV-I Prime, Brookfield, USA). Las antocianinas se determinaron por el método de pH diferencial reportado por Camelo–Mendez (4). El ácido ascórbico se determinó de acuerdo al método descrito por Lara Cortes (5). Todos los experimentos fueron realizados por triplicado en un diseño unifactorial. Los análisis estadísticos se realizaron con PAWS Statistics 18.

**Resultados y discusión**

El tratamiento con el que se obtuvo mayor rendimiento de pectina fue el de remojo por 1 h, y de las dos variedades estudiadas, los cálices de Sudán dieron un rendimiento mayor (Tabla 1).

**Tabla 1.** Rendimiento de pectina de cálices de jamaica obtenidos por hidrólisis ácida.

<b>Contenido de pectina por variedad de cálices de jamaica (%)</b>		
<b>Tratamiento</b>	<b>Colima</b>	<b>Sudán</b>
Remojo 1 h	14.6	15.9
Cocción 12 min	10.5	12.2



Para ambas variedades jamaica, el análisis de IFTR indicó que la pectina presentó picos en las regiones comprendidas entre 1800 y 1500  $\text{cm}^{-1}$ , esta región es específica de los grupos carboxilo libres y esterificados y permite estimar el grado de metoxilación de las pectinas. Los picos fueron más prominentes en el tratamiento por remojo para ambas variedades. Las pectinas obtenidas por remojo cumplen con los criterios de la FAO como pectinas con alto grado de metoxilación. Por otro lado, la cocción facilita la liberación de monómeros de ácido galacturónico y su posterior degradación por el ácido y temperaturas de extracción (1). Las antocianinas son pigmentos adheridos al alimento y están relacionados con el color que le confieren al producto, y en este trabajo, se observó que la pectina retuvo el color rojo característico de los cálices. El tratamiento a remojo dio mayor contenido ( $p < 0.05$ ) de antocianinas que las extraídas de cálices tratados por cocción (Tabla 3). Con respecto al ácido ascórbico, este es sensible a los cambios de temperatura, por lo que las condiciones de extracción de pectina (reflujo en ebullición por 30 min) causaron una reducción de su contenido (5), y fue significativamente mayor ( $p < 0.05$ ) para las pectinas de cálices en remojo.

**Tabla 2.** Grado de Metoxilación de diversas variedades de pectina.

Pectina	Tratamiento	Metoxilación (%)	Ácido Galacturónico (%)	Grado de Metoxilación	Viscosidad ( $\text{mPa} \cdot \text{s}$ )
FAO/WHO/JECFCA1		Mínimo 6.7	Mínimo 65	Mínimo 60	
Cítrica		$16.25 \pm 0.45^a$	$57.86 \pm 1.40^a$	$87.93 \pm 0.29^a$	$528 \pm 21^{ad}$
Colima	Remojo	$17.69 \pm 2.49^a$	$71.35 \pm 9.22^b$	$77.56 \pm 0.91^a$	$995 \pm 17^b$
	Cocción	$3.97 \pm 0.23^c$	$26.36 \pm 0.73^d$	$47.15 \pm 1.41^c$	$415 \pm 24^c$
Sudán	Remojo	$25.84 \pm 0.07^b$	$96.41 \pm 2.39^c$	$83.96 \pm 1.85^b$	$1024 \pm 123^b$
	Cocción	$3.83 \pm 0.45^c$	$18.00 \pm 2.84^d$	$66.88 \pm 2.65^d$	$600 \pm 69^d$

<sup>1</sup>Food and Agriculture Organization/World Health Organization/Joint Expert Committee on Food Additives

Las medias con superíndice diferente dentro de una fila son estadísticamente diferentes (ANOVA de un factor,  $p < 0.05$ ) con base a una prueba post hoc de Duncan ( $p < 0.05$ ).

**Tabla 3.** Contenido de antocianinas y ácido ascórbico en pectinas de cálices de jamaica.

Variedad de cálices de jamaica				
	Colima		Sudán	
	Remojo	Cocción	Remojo	Cocción
Antocianinas <sup>1</sup>	$75.0 \pm 3.7^a$	$18.9 \pm 1.0^b$	$242.0 \pm 15.2^c$	$31.5 \pm 0.7^b$
Ácido Ascórbico <sup>2</sup>	$0.15 \pm 0.03^{bc}$	$0.07 \pm 0.01^{ab}$	$0.20 \pm 0.07^c$	$0.10 \pm 0.03^{ab}$

<sup>1</sup>mg de cianidina 3-glucósido en 100 g de muestra seca; <sup>2</sup> mg de ácido ascórbico en 100 g de muestra seca

Las medias con superíndice diferente dentro de una fila son estadísticamente diferentes (ANOVA de un factor,  $p < 0.05$ ) con base a una prueba post hoc de Duncan ( $p < 0.05$ ).

### Conclusiones

A partir del bagazo de cálices de jamaica variedades Colima y Sudán se pueden obtener pectinas con características fisicoquímicas similares a las de otras fuentes de uso industrial. Con el tratamiento Remojo se obtuvieron pectinas de Alto metoxilo que cumplen con los criterios de la FAO, mientras que por cocción las pectinas obtenidas fueron de Bajo Metoxilo, ambas se pueden utilizar en la industria alimentaria como espesantes o gelificantes. Las pectinas de cálices de jamaica se pueden emplear en la industria alimentaria como espesantes debido a su alta viscosidad.

### Referencias



## **IV Congreso en Tendencias en Ciencias de Alimentos y Desarrollo Tecnológico**

### **IV Congress on Trends in Food Science and Technology Development**

---

1. Happi Emaga, T., Garna, H., Paquot, M. & Deleu, M., 2012. Purification of pectin from apple pomace juice by using sodium caseinate and characterisation of their binding by isothermal titration calorimetry. *Food Hydrocolloids*, 29(1), pp. 211 - 218.
2. Canteri Schemin, M. H., Ramos Fertonani, C. R., Waszczynskyj, N. & Wosiacki, G., 2005. Extraction of pectin from apple pomace. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 48(2), pp. 259-266.
3. Grunauer E, C. & Cornejo Z, F., 2009. Secado sobre la captación de agua de pectina extraída a partir del *Citrus x Aurantifolia* Swingle. *Revista Tecnológica ESPOL*, pp. 1 - 6.
4. Camelo-Méndez, G. A., Ragazzo-Sanchez, J. A., Jiménez-Aparicio, A. R., Venegas-Espinoza, P. E., Paredes-López, O., Del Villar-Martínez, A. A., 2013. Comparative study of anthocyanin and volatile compounds content of four varieties of mexican roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) by multivariable analysis. *Plant Foods for Human Nutrition*, Volumen 68, pp. 229 - 234.
5. Lara Cortes, E., Martín Belloso, O., Osorio Díaz, P., Barrera Necha, L. L., Sánchez López, J. A., Bautista Baños, S., 2014. Actividad antioxidante, composición nutrimental y funcional de flores comestibles de dalia. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 20(1), pp. 101 – 116.



## CA9

### **Composición bromatológica y contenido de ácido fítico de harinas precocidas de camote de cerro (*Dioscorea remotiflora*)**

V. Gómez-Galván<sup>1</sup> y Y. Estrada-Girón<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ingeniería Química, Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías (CUCEI). Universidad de Guadalajara. Blvd Gral. Marcelino García Barragán #1421, Guadalajara, Jalisco.

Correo electrónico: Vicmass17@gmail.com

**Palabras clave:** Ácido fítico, Camote de cerro, Harina.

#### **Introducción**

En la actualidad, la dieta básica de millones de personas en el mundo incluye el consumo de tubérculos. Del 99% de la producción mundial, los principales tubérculos son: papa (*Solanum tuberosum*, 46%), yuca (*Manihot esculenta*, 28%), camote dulce (*Ipomea batatas*, 18%), ñame o camote de cerro (*Dioscorea spp.* 6%) y taro (*Colocassia*, *Cytosperma*, *Xanthosoma spp.*, 1%) (Montañez Soto et al., 2014). Dentro de éstas, el género *Dioscoreas* se han posicionado como un cultivo de alto valor energético sobretodo en ciertas regiones de África y Latinoamérica.

Durante el procesamiento de productos agroindustriales, las operaciones como: remojo, descascarado, cocción y fermentación, son métodos importantes que reducen los anti nutrientes. Sin embargo, la eliminación de estos componentes, depende de la intensidad del tratamiento aplicado (Hendek Ertop & Bektaş, 2018). En este trabajo se evaluaron diferentes temperaturas y tiempos de precocción de la harina de camote de cerro (*Dioscorea remotiflora*), para determinar la composición bromatológica y el contenido de ácido fítico.

#### **Materiales y métodos**

##### **Elaboración de harina**

Los tubérculos de camote de cerro se compraron en la región de Chapala, Jalisco. Se retiró la cáscara del camote de cerro, se rebanó en segmentos de 5 cm de longitud, y se precoció a diferentes tiempos y temperaturas de acuerdo a un diseño de compuesto central (Tabla 1). Después se secó en un horno de convección, se molió y tamizó a un tamaño mínimo de partícula de malla 70.

##### **Análisis de las harinas**

Los análisis de la composición bromatológica de las harinas se realizaron a partir de los métodos estándar de la AOAC (2016). Todos los análisis se hicieron por duplicado. Por otro lado, para la determinación de ácido fítico se usó la metodología de Nova et al., (2012).

**Tabla 1.** Tratamientos para la precocción del camote de cerro.

Tratamiento	Tiempo (min)	Temperatura (°C)
1	15.0	80.0
2	25.0	85.5
3	39.1	85.5
4	25.0	93.2
5	10.8	85.5
6	35.0	91.0



7	35.0	80.0
8	15.0	91.0
9	25.0	85.5
10	25.0	77.7

### Resultados y discusión

Como se observa en la Tabla 2, los tratamientos 4, 5 y 6 fueron los más efectivos para reducir el contenido de ácido fítico, hasta niveles entre 4.67 y 5.90 mg/L; bajo tales condiciones de alta temperatura a tiempos de intermedios a largos, los componentes orgánicos son más sensibles a la degradación. Por otro lado, el tratamiento 7, aunque muestra un alto porcentaje de proteína, sólo es capaz de reducir en un 5% la cantidad de ácido fítico; sin embargo como es una harina precocida, se espera que con la cocción completa se eliminen los factores anti-nutricionales. Los demás componentes (cenizas, gras, fibra) son más bajos en comparación con la harina cruda, ya que durante la cocción ocurre la lixiviación de estos hacia el agua de cocción.

Tabla 2. Composición química de harina de camote de cerro.

Tratamiento	Humedad (%)	Cenizas (%)	Grasa (%)	Proteína (%)	Fibra (%)	Ácido Fítico (mg/L)
1	8.31 ± 0.73	4.04 ± 0.08	3.77 ± 0.07	0.55 ± 0.02	0.82 ± 0.11	24.85 ± 0.21
2	10.04 ± 0.80	4.00 ± 0.17	2.01 ± 0.27	0.45 ± 0.05	0.75 ± 0.23	14.89 ± 0.16
3	7.88 ± 0.91	4.21 ± 0.03	2.77 ± 1.16	0.32 ± 0.02	1.08 ± 0.12	11.99 ± 0.17
4	8.58 ± 0.87	3.81 ± 0.12	2.01 ± 0.31	0.23 ± 0.04	0.31 ± 0.09	4.67 ± 0.10
5	8.00 ± 1.30	6.12 ± 0.01	2.28 ± 1.15	0.58 ± 0.02	0.21 ± 0.07	4.72 ± 0.10
6	7.77 ± 0.59	1.40 ± 0.22	2.95 ± 0.93	1.09 ± 0.09	0.30 ± 0.04	5.90 ± 0.09
7	8.19 ± 0.28	1.72 ± 0.09	7.45 ± 0.64	1.38 ± 0.02	0.29 ± 0.03	16.36 ± 0.16
8	8.04 ± 0.40	2.04 ± 0.19	2.86 ± 0.38	1.38 ± 0.20	0.22 ± 0.03	5.98 ± 0.08
9	7.38 ± 0.83	1.53 ± 0.24	4.67 ± 1.46	0.48 ± 0.09	0.15 ± 0.02	18.55 ± 0.03
10	8.21 ± 1.06	1.98 ± 0.18	2.52 ± 0.12	1.03 ± 0.11	0.21 ± 0.02	4.92 ± 0.08
cruda	5.73	6.49	8.56	1.67	0.39	21.06

### Conclusiones

El tiempo y temperatura de precocción son factores determinantes para disminuir el contenido de ácido fítico en las harinas de camote de cerro. Existen variables como la época de cosecha, lugar de recolección y la calidad del mismo que afectan las propiedades químicas de la materia prima.

Con estos resultados podemos sugerir que temperaturas por debajo del punto de ebullición durante un tiempo menor a 30 min, pueden disminuir las pérdidas en la composición nutrimental de las harinas, mientras que se reduce la cantidad de anti nutrientes como el ácido fítico.

### Referencias

1. AOAC, 2016. *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists*. 20th ed. Washington DC, Estados Unidos: Association of Official Analytical Chemists.
2. Hendek Ertop, & Bektaş, M., 2018. Enhancement of Bioavailable Micronutrients and Reduction of Antinutrients in Foods with Some Processes. *Food and Health*, 4(3), pp.159-65.



## **IV Congreso en Tendencias en Ciencias de Alimentos y Desarrollo Tecnológico**

### **IV Congress on Trends in Food Science and Technology Development**

---

3. Montañez Soto, J.L. et al., 2014. Chemical Characterization and Nutritional Evaluation of Mountain's yam (*Dioscorea remotiflora* Kunth) Tubers. *Advances in Bioreserch*, 5(2), pp.153-60. Available at: HYPERLINK "<http://www.soeagra.com/abr.html> [Accessed 19 noviembre 2018].
4. Nova, J.I., Martínez, J.C., González, Y. & Camacho, R.M., 2012. *Phytic Acid Quantification In Agroindustrial Residues And Their Potential As Inducers For Phytase Production In Solid State Fermentation*. [Online] Available at: HYPERLINK "<https://ciatej.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1023/259/1/ME3.pdf> [Accessed 5 noviembre 2018].



**CA10**

**Evaluación nutrio-funcional de tres variedades de mangos no comerciales del Estado de Chiapas**

A.J. Borrás-Enríquez<sup>1</sup>, E. Reyes-Ventura<sup>1</sup> y L. Moreno-Vilet<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Tecnología Alimentaria. Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A.C. Camino al arenero 1227, El Bajío, 45019, Zapopan, Jalisco. <sup>2</sup>CONACYT- Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A.C., CIDEA. C.P.42162. San Agustín Tlaxiaca, Hgo.

Correo electrónico: lmoreno@ciatej.mx

**Palabras claves:** nutrio-funcional, mango, bioactivos.

**Introducción**

En México se han impulsado campañas de difusión del valor gastronómico y nutricional del mango para fomentar su consumo, principalmente de las variedades de interés comercial (1), mientras que las variedades comercializadas a nivel local carecen de estudios que impulsen la promoción de su consumo por el aporte nutrio-funcional y que permitan agregar valor a la cadena productiva (2). Uno de los compuestos que pueden dar un valor adicional a este fruto son los antioxidantes naturales, los cuales están ampliamente distribuidos en los alimentos vegetales frescos y sus productos, entre ellos, destacan los compuestos fenólicos y flavonoides (3); dichos compuestos se han presentado con mayor relevancia en la cáscara y hueso de los frutos.

La región del Soconusco del estado de Chiapas, presenta al menos 16 variedades de mango diferentes a las de interés comercial; dentro de las cuales destacan el mango manilla, payasito y piña, mismas que se desconoce su aporte y posibles usos. Es por ello, que el presente trabajo se centra en evaluar el aporte nutricional del fruto y la presencia de compuestos bioactivos en los desechos de 3 variedades de mango de consumo local.

**Materiales y métodos**

Los mangos de las tres variedades (piña, payasito y manilla) fueron colectados en huertos familiares del Soconusco, Chiapas. Los frutos frescos se lavaron con agua clorada (5% v/v) y se realizaron análisis bromatológicos: humedad (NFM-F-083-1986), cenizas (NMX-F-607-NORMEX-2013), carbohidratos ( ), lípidos (NOM-086-SSA1-1994), proteínas (NMX-F-608-NORMEX-2011), Fibra cruda (NMX-F-613-NORMEX-2003) Y carbohidratos (por diferencia de análisis proximal). Se retiraron las cáscaras y hueso de los frutos y fueron deshidratados en un horno de convección a 50°C durante 24 h; posteriormente se molió en un molino (IKA mod. 10.1). Para la preparación de los extractos se pesó 1 g de muestra seca molida, se maceró con 25 mL de etanol con agitación orbital a 100 rpm durante 24 h en oscuridad. Los extractos se aforaron a 50 mL y se concentraron a presión reducida en un rotaevaporador (BUCHI) hasta un volumen final de 5 mL.

A partir de los extractos se determinó el contenido de fenoles totales por el método de Folin-Ciocalteu con una curva patrón de ácido gálico (Sigma-Aldrich®). La determinación de flavonoides se hizo con el método colorimétrico de AlCl<sub>3</sub> con una curva estándar de catequina (Sigma-Aldrich®).

**Resultados y discusión**

Los mangos de consumo local del Soconusco (manilla, payasito y piña) presentan valores inferiores de humedad y carbohidratos a los reportados en mango Ataulfo (82,4 y 27.1%, respectivamente) (4); mientras que cenizas, grasas y proteínas resultaron similares. Esto nos indica que los mangos locales del Soconusco presentan características nutrimentales competitivas frente a mangos de interés comercial. Evaluando la



presencia de los compuestos bioactivos en los desechos del mango (cáscara y hueso); se observó que la cáscara presenta mayor contenido de polifenoles y flavonoides.

**Tabla 1.** Caracterización físico-química de variedades mangos locales.

ANÁLISIS	VARIEDAD DE MANGO		
	Manililla	Payasito	Piña
HUMEDAD (%)	76.41 <sup>a</sup>	80.83 <sup>b</sup>	79.40 <sup>b</sup>
CENIZAS (%)	0.40 <sup>a</sup>	0.28 <sup>b</sup>	0.52 <sup>c</sup>
GRASAS (%)	0.28 <sup>b</sup>	0.18 <sup>a</sup>	0.22 <sup>a</sup>
PROTEINAS (%)	0.79 <sup>a</sup>	0.38 <sup>b</sup>	0.71 <sup>a</sup>
CARBOHIDRATOS TOTALES (%)	22.12 <sup>a</sup>	18.33 <sup>a</sup>	19.15 <sup>a</sup>
FIBRA CRUDA (%)	0.30 <sup>a</sup>	0.25 <sup>a</sup>	0.27 <sup>a</sup>

**Tabla 2.** Cuantificación de compuestos de bioactivos presentes en mangos locales.

VARIEDAD	POLIFENOLES		FLAVONOIDES	
	mgEAG/mL		Mg EQ/mL	
	Cáscara	Hueso	Cáscara	Hueso
MANILILLA	1775 <sup>b</sup>	149.72 <sup>b</sup>	765.16 <sup>a</sup>	356.83 <sup>a</sup>
PAYASITO	2053 <sup>a</sup>	198.05 <sup>a</sup>	731.0a	384.33 <sup>a</sup>
PIÑA	1593.33 <sup>c</sup>	185.83 <sup>a</sup>	699.33 <sup>a</sup>	392.66 <sup>a</sup>

## Conclusiones

Los mangos de venta local del Soconusco, Chiapas de las variedades manililla, payasito y piña, presentan características nutricionales idóneas para potenciar su consumo y su posterior empleo de sus desechos para la extracción de compuestos fenólicos y flavonoides.

## Referencias

1. CONASPROMANGO, Consejo Nacional del Sistema Producto Mango. Plan Rector Nacional de Sistema Producto Mango. Comité Nacional Sistema Producto Mango. Tecomán, Colima, México. 2012; 57 p.
2. Sumaya-Martínez M. T., L. M. Sánchez H., G. Torres G. y D. García P. Red de valor del mango y sus desechos con base en las propiedades nutricionales y funcionales. Revista Mexicana de Agronegocios, 2012; 30:826-833.
3. Ercisli S., M. Akbulut, M. Ozdemir, M. Sengul and E. Orhan. Phenolic and antioxidant diversity among persimmon (*Diospyrus kaki L.*) genotypes in Turkey. International Food Sciences and Nutrition, 2008; 59:477-482.
4. Maldonado-Astudillo, Y.;Navarrete-García, Heidi; Ortiz-Morales, Oscar; Jiménez-Hernández Javier; Salazar-Lopez, R.; Alia.Tejalcal, Irán;Álvarez-Fitz, P. Physical, chemical and antioxidant properties of mango varieties grown at the guerrero coast. Revista Fitotecnica Mexicana. 2016; 39(3): 207-214.



AI1

### **Correlación de la composición proximal de granos de cacao peruano con la conductividad eléctrica para determinar el índice de fermentación**

E. M. Villanueva-Quejía<sup>1</sup>, N. Martínez-Guerrero<sup>2</sup>, G. Chire-Fajardo<sup>1</sup>, M. Ureña-Peralta<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ingeniería de Alimentos y Productos Agropecuarios, Facultad de Industrias Alimentarias. Universidad Nacional Agraria La Molina, Av. La Molina s/n La Molina, Lima-Perú. <sup>2</sup>Profesora visitante, Maestría en Tecnología de Alimentos. Escuela de Posgrado. Universidad Nacional Agraria La Molina, Av. La Molina s/n La Molina, Lima-Perú.

Correo electrónico: [evillanueva@lamolina.edu.pe](mailto:evillanueva@lamolina.edu.pe)

**Palabras clave:** CCN 51, imbibición, agua desionizada.

#### **Introducción**

*Theobroma cacao* L. es originario de la cuenca del Amazonas siendo, Perú considerado el centro de origen. El cacao es la materia prima para la elaboración del chocolate, para desarrollar estos atributos se realiza un proceso de fermentación (etapa clave) y secado. Durante estas etapas, se inicia la formación de precursores del sabor, aroma y desarrollo de color. Para determinar la fermentación de granos de cacao se emplea la prueba de corte [4], siendo usada por productores, comercializadores y procesadores. Se plantea correlacionar el Índice de Fermentación (IF) de granos de cacao con la Conductividad Eléctrica (CE) del líquido de imbibición y con su composición proximal.

#### **Materiales y métodos**

**Materiales:** Granos de cacao genotipo CCN 51 fermentado y seco de diferente lugar de procedencia Aucayacu (Huánuco), Tingo María (Huánuco), Tocache (San Martín), Ucayali (Pucallpa) y Uchiza (San Martín) proveniente de la selva central de Perú.

**Metodología:** Los granos de cacao se acondicionaron para la determinación proximal antes y después del tiempo de imbibición. [1] Humedad (931.04), proteína cruda (970.22), grasa cruda (920.75), ceniza (972.15), fibra cruda, (930.20) y carbohidratos totales (por diferencia de 100), reportados en base seca (b.s) y por triplicado. La prueba de corte consistió en realizar el corte de 300 granos de cacao en la que se consideran características de color, olor, grado de fermentación y defectos de los granos de cacao [4] reportado en porcentaje y por duplicado. Para la determinación conductimétrica del índice de fermentación, se utilizaron 20 granos de cacao fermentado y seco con cáscara, los mismos que fueron colocados en envases cerrados con 400 mL de agua desionizada por 24 horas a temperatura constante de 25°C, culminado el tiempo de imbibición de los granos de procedió a homogenizar por 10 segundos, los granos de cacao fueron retirados y se procedió a medir la CE del líquido de imbibición [5] reportados en uS/cm/g y por triplicado. Para el análisis estadístico se utilizó una comparación de medias usando el software STATGRAPHICS centurión XVIII.

#### **Resultados y discusión**

En la Tabla 1 se presenta los resultados del análisis proximal de los granos de cacao, con diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ), probablemente a consecuencia de: tipo de suelo, ambiente, factores climáticos (temperaturas y lluvia) [2].



**Tabla 1.** Composición proximal de granos de cacao fermentados y secos (g/100g) de genotipo CCN 51

Procedencia	Proteína cruda (b. s.)	Grasa cruda (b. s.)	Ceniza (b. s.)	Fibra cruda (b. s.)	Carbohidratos totales (b. s.)
Aucayacu	15,48 ± 0,20 <sup>ab</sup>	42,41 ± 0,30 <sup>ab</sup>	3,56 ± 0,09 <sup>bc</sup>	6,79 ± 0,05 <sup>c</sup>	38,55 ± 0,50 <sup>b</sup>
Tingo María	14,95 ± 0,12 <sup>a</sup>	42,74 ± 0,60 <sup>b</sup>	3,76 ± 0,12 <sup>c</sup>	7,04 ± 0,05 <sup>d</sup>	38,56 ± 0,50 <sup>b</sup>
Tocache	15,08 ± 0,34 <sup>ab</sup>	45,33 ± 0,20 <sup>c</sup>	3,28 ± 0,04 <sup>a</sup>	6,37 ± 0,02 <sup>b</sup>	36,31 ± 0,37 <sup>a</sup>
Ucayali	15,74 ± 0,60 <sup>c</sup>	41,80 ± 0,43 <sup>a</sup>	3,67 ± 0,12 <sup>c</sup>	7,97 ± 0,02 <sup>e</sup>	38,78 ± 1,09 <sup>b</sup>
Uchiza	15,73 ± 0,56 <sup>c</sup>	44,45 ± 0,16 <sup>c</sup>	3,40 ± 0,24 <sup>ab</sup>	5,74 ± 0,08 <sup>a</sup>	36,42 ± 0,23 <sup>a</sup>

Los resultados de composición proximal de los granos de cacao luego del tiempo de imbibición (Tabla 2) presentan también diferencias significativas entre sus componentes. El contenido de grasa y cenizas disminuyó con respecto al análisis proximal inicial. En la composición del cacao están los fosfolípidos (carácter anfílico) que varían de 0,05 a 0,13% [3], lo que explica la migración del 20% del contenido de grasa cruda al líquido de imbibición.

**Tabla 2.** Composición proximal de granos de cacao CCN 51 (g/100g) después del tiempo de imbibición

Procedencia	Proteína cruda (b. s.)	Grasa cruda (b. s.)	Ceniza (b. s.)	Fibra cruda (b. s.)	Carbohidratos totales (b. s.)
	Aucayacu	17,53 ± 0,72 <sup>b</sup>	35,59 ± 0,14 <sup>c</sup>	3,25 ± 0,09 <sup>c</sup>	12,62 ± 0,03 <sup>b</sup>
Tingo María	13,28 ± 0,46 <sup>a</sup>	39,10 ± 0,08 <sup>d</sup>	2,92 ± 0,09 <sup>b</sup>	13,06 ± 0,17 <sup>bc</sup>	44,69 ± 0,46 <sup>b</sup>
Tocache	13,02 ± 0,41 <sup>a</sup>	30,43 ± 0,67 <sup>b</sup>	2,69 ± 0,03 <sup>a</sup>	13,49 ± 0,17 <sup>c</sup>	53,86 ± 1,07 <sup>c</sup>
Ucayali	16,98 ± 0,98 <sup>b</sup>	27,09 ± 1,14 <sup>a</sup>	2,71 ± 0,08 <sup>a</sup>	11,78 ± 0,22 <sup>a</sup>	53,22 ± 1,18 <sup>c</sup>
Uchiza	13,94 ± 0,72 <sup>a</sup>	41,71 ± 0,98 <sup>c</sup>	2,81 ± 0,07 <sup>ab</sup>	11,77 ± 0,47 <sup>a</sup>	41,54 ± 1,53 <sup>a</sup>

Estudios previos reportaron una relación lineal y positiva de conductividad eléctrica con días de fermentación [5]. En la Tabla 3 se presentan valores de CE e IF (prueba de corte), a medida que se incrementan los días de fermentación del grano de cacao se incrementa la CE del líquido de imbibición. El valor de CE está relacionado al contenido de minerales (cenizas) y grasa que migraron al líquido de imbibición.

**Tabla 3.** Composición proximal de granos de cacao CCN 51 (g/100g) después del tiempo de imbibición

Procedencia	Días de fermentación	Índice de Fermentación (%)	Conductividad Eléctrica ( $\mu$ S/cm/g)
Aucayacu	4	69,67 ± 7,07 <sup>a</sup>	15,91 ± 0,70 <sup>a</sup>
Tingo María	7	83,33 ± 5,66 <sup>c</sup>	24,96 ± 2,22 <sup>b</sup>
Tocache	5	99,84 ± 0,23 <sup>d</sup>	25,30 ± 1,21 <sup>b</sup>
Ucayali	6	75,67 ± 3,30 <sup>ab</sup>	28,94 ± 0,78 <sup>b</sup>
Uchiza	7	99,85 ± 0,21 <sup>d</sup>	23,62 ± 1,57 <sup>c</sup>



## **IV Congreso en Tendencias en Ciencias de Alimentos y Desarrollo Tecnológico**

### **IV Congress on Trends in Food Science and Technology Development**

---

#### **Conclusiones**

El contenido de cenizas (minerales) de los granos de cacao influye en la conductividad eléctrica del líquido de imbibición.

#### **Referencias**

1. AOAC (Association of Official Analytical Chemist, Estados Unidos). Official Methods of Analysis of Association of AOAC International. 20 ed. Latimer, GW (eds). Maryland, USA. 3100 p; 2016.
2. Cilas C. Estimation de quelques paramètres génétiques pour différents plans de croisements chez le cacaoyer. *Café, Cacao*. 1991. *Thé*; 35:3-14.
3. Codini M, Díaz F, Ghirardi M, Villavicencio I. Obtención y utilización de la manteca de cacao. *Redalyc*. 2004; 7(12):143-148.
4. INDECOPI, 2018. NTP 2451.
5. Loo Miranda JLM. Relación del índice de fermentación con la conductividad eléctrica en dos variedades de granos de cacao peruano. [Tesis Ingeniero]. Lima, Universidad Nacional Agraria La Molina. Perú; 2018.



**TE1**

**Extracción, caracterización y composición del aceite esencial de Eucalipto (*Eucalyptus sp.*) obtenido por microondas libre de solventes**

L. A. Tellez-Monzon<sup>1</sup>, B. Hatta-Sokoda<sup>2</sup>, D.M. Nolazco-Cama<sup>2</sup>, M.A Abe-kawashita<sup>3</sup>, R. Torres-Alvares<sup>3</sup>, G. Sanchez-Osorio<sup>3</sup>, M.A. Aranda-Casaverde<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>Docente del Dpto. de Química de la Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.

<sup>2</sup>Docentes del Dpto. de Tecnología de alimentos de la Facultad de Industrias Alimentarias, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.

<sup>3</sup>Círculo de Investigación de aceites esenciales y extractos. Facultad de Industrias Alimentarias, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.

Correo electrónico: Ltellez@lamolina.edu.pe.

**Palabras clave:** Eucalipto, baño ultrasónico, microondas, aceite esencial.

**Introducción**

El aceite esencial es una mezcla de terpenos con olor característico de la especie vegetal de donde se extrae. Las hojas de eucalipto (*Eucalyptus sp.*) generadas por la actividad forestal, representan un recurso biomásico residual adecuado para la extracción de aceite esencial. Dicho recurso está disponible en la sierra de Lima y su revalorización para obtener aceite esencial de eucalipto (AEE), constituye un método sustentable para su disposición reduciendo las emisiones de gases contaminantes asociadas a la combustión. Las tecnologías emergentes como la extracción asistida por baño ultrasónico (USAE) y microondas libre de solventes (SFME), son innovadoras y limpias y técnica amigable con el medio ambiente con particular interés para extraer aceite esencial de hierbas o plantas [2]. La composición de aceites esenciales y la proporción entre diferentes componentes del AEE depende de varios factores ambientales y factores genéticos, así como factores de procesamiento poscosecha [3]. La investigación tuvo por objetivo extraer AEE mediante microondas libre de solventes, evaluar la influencia de la humectación y ultrasonido a las hojas (pretratamiento), y de la potencia aplicada durante la extracción, en el rendimiento de aceite esencial. Asimismo, caracterizar fisicoquímicamente el aceite obtenido y determinar su composición química por cromatografía de gases-espectrometría de masas (gc-ms).

**Materiales y métodos**

Materia Vegetal: Las hojas de Eucalipto (*Eucalyptus sp.*) fueron adquiridas en un mercado mayorista de Santa Anita. Las muestras fueron transportadas en bolsas hasta la Planta Piloto de Alimentos de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Fueron cortadas con una cortadora Robot Coupe modelo CL50, se realizó como pretratamiento una humectación a las hojas de eucalipto, agregando agua en proporciones 1:8, 1:10, 1:12 (relación hoja: agua) por un tiempo de 30 minutos; luego se escurrieron, pesaron 350 g en bolsas ziploc de alta densidad y congeló a -18°C por 24 horas, se sometieron a un baño ultrasónico (Cole-Parmer 8891) a 180 W a 40 kHz por 15 min. Extracción por microondas sin solventes: La extracción por microondas sin solventes se realizó en un NEOS de Milestone, controlado por un microprocesador con sistema de control automático de la temperatura por infrarrojo. Las muestras humedecidas fueron colocadas en el reactor de vidrio e introducidas en la cavidad del horno de microondas, con el condensador incorporado se recolectó el aceite esencial extraído. Se controlaron la potencia de irradiación, el tiempo de extracción y la temperatura del refrigerante. Se trabajaron con dos tratamientos basados en la relación de potencia/peso iguales a 1W/g y 2W/g durante 30 min, cada una aplicada a las tres proporciones de hidratación y en tres repeticiones, teniendo así un total de



18 muestras analizadas. La cantidad de aceite esencial se determinó gravimétricamente después de la recolección y fue almacenado a 4°C en la oscuridad hasta su uso. Se escogió la muestra con mayor cantidad de aceite esencial extraído de cada tratamiento para ser evaluada físicoquímicamente. Al tratamiento con mayor rendimiento se determinó los componentes químicos mediante cromatografía de gases-espectrometría de masa., en un cromatógrafo de gases Agilent Technologies 7890A con detector espectrómetro de masas Agilent Technologies 5975C, con una columna: J&W 122-1545.67659 DB-5ms, 325 °C: 60 m x 250 µm x 0.25 µm, rampa de temperatura: Empieza en 40 °C y sube a 5 °C/min hasta 115 °C; 2 °C/min hasta 150 °C manteniéndose por 5 min y finalmente 10 °C/min hasta 300 °C por 3 min. Tiempo de corrida: 55.5 min. Volumen de Inyección: 2 µL Split: 60:1. Gas portador: He, 1 mL/min. Muestra: 20 µL del aceite esencial fueron disueltos en 1 mL de diclorometano y se inyectó 2 µL de la solución en el cromatógrafo de gases.

### Resultados y discusión

En la tabla 1 se observa que se alcanzó como máximo un rendimiento de 0.12% para 1 W/g y 0.22% para 2W/g, ambos con tratamientos de 0.12g/ml de humectación. El contenido de humedad y potencia afectaron significativamente el rendimiento obtenido [3] otros autores manifiestan que a mayor humedad menor rendimiento lo que no se aprecia en el presente estudio.

**Tabla 1.** Rendimiento de la extracción de aceite esencial de Eucalipto (%) con potencias de 1 y 2 W/g y humectaciones de 0.08, 0.10 y 0.12 g/ml.

Potencia	1 W/g			2 W/g		
Humectación (g/ml)	0.08	0.10	0.12	0.08	0.10	0.12
Rendimiento (%)	0.08±0.03	0.04±0.01	0.12±0.06	0.19±0.03	0.21±0.04	0.22±0.05

Se puede observar en la tabla 2, que la densidad del aceite obtenido en este estudio se encuentra 0.65 g/mL, de acuerdo a [4] la densidad del AEE difiere con los valores encontrados en literatura y los que se obtuvo se puede deber a que el método utilizado para medir la densidad no fue la correcta, ya que el método oficial involucra volúmenes de aceite mayores a los que se pudieron obtener en la extracción. La solubilidad del AEE debe tener una solubilidad máxima de 4 volúmenes en alcohol de 70°, la diferencia entre el valor que se obtuvo y el que reportan se puede deber a que el método de extracción fue diferente, ya que no especifican el método por que se obtuvo el aceite, sin embargo esta diferencia guarda relación con respecto a la formación de compuestos apolares ya que el método de extracción por microondas no afecta en gran medida las características que otorgan calidad al aceite esencial [2]. El índice de refracción del AEE está entre 1.4500 y 1.4600 [4], al respecto los valores obtenidos se encuentran dentro de los confirmando que corresponde a un aceite esencial de eucalipto.

**Tabla 2.** Caracterización físicoquímica del AEE.

Potencia	IR	Solubilidad (90%)	Densidad
2 W/g	1.477	2	0.655



En la tabla 3 los análisis revelaron la presencia de 47 compuestos que representan el 100% del total del AE. En estos 47 compuestos, algunos son sesquiterpenos, monoterpenos, monoterpenos oxigenados y sesquiterpenos oxigenados respectivamente. Eucaliptol (1, 8-cineol), alfa-pineno, aromadendreno, globulol y varidifloreño son los componentes principales. Se puede apreciar que hay diferencias entre ambos tratamientos, y esto se debe a la humedad y la potencia del microondas si influyen en su composición como lo reportan en la literatura [3]. El contenido de eucaliptol está dentro de los valores reportados en la literatura [3,5]. La variación en la composición química se debe a diferentes aspectos ambientales, agronómicos factores La edad y los factores geoclimáticos también afectan. El Eucaliptol (1,8-cineole) determina su valor comercial del aceite y su importancia como materia prima para diferentes Industrias. El alfa-pineno está presente en el AEE pero el porcentaje varía de lugar a lugar, y porcentaje reportado se asemeja a la literatura [3]. El alfa-pineno es un componente de muchos aceites esenciales y tiene propiedades antiinflamatorias y antimicrobianas [5].

**Tabla 3.** Composición del aceite esencial de eucalipto.

Nº	Nombre del compuesto (NIST08.L)	Sin baño ultrasónico	Baño Ultrasonido
1	$\alpha$ -Pineno	11.10	11.19
2	Eucaliptol	42.43	37.15
4	Aromadendreno	10.26	10.14
5	Globulol	3.27	4.52
6	Varidifloreño	4.03	3.26

### Conclusiones

La humeatación y congelación mejora el rendimiento de la extracción de aceite. La potencia de extracción que obtuvo mayor rendimiento fue a 2W/g. El baño ultrasónico influye en la composición química. La densidad y solubilidad del AEE se vieron afectados por los tratamientos. El Aceite esencial de Eucalipto es del quimiotipo: Eucaliptol 42.43%,  $\alpha$  Pineno 11.19% y Aromadendreno 10.26%.

### Referencias

1. Roldán, J.; Ruiz, J.; Luque De Castro, M. (2008). Ultrasound-assisted dynamic extraction of valuable compounds from aromatic plants and flowers as compared with steam distillation and superheated liquid extraction. *Talanta*.75:1369–1375.
2. Lemos, M.F., Lemos, M.F., Pacheco, H.P., Guimarães, A.C., Fronza, M., Endringer, D.C., Scherer, R., (2017). Seasonal variation affects the composition and antibacterial and antioxidant activities of *Thymus vulgaris*. *Ind. Crops Prod.* 95, 543–548.
3. Franco, A.; Ramírez, N.; López, E. (2016). Estimation of mass transfer coefficients of the extraction process of essential oil from orange peel using microwave assisted extraction. *Journal of Food Engineering*. 170, 136-143.
4. Reza Karamian<sup>1,2</sup>, Ali Mohammadian<sup>1,2</sup>, Eshfandiari Hassanimoghadam<sup>1,2</sup>, Lila Alizadeh<sup>1</sup>, Nargess Abdali<sup>1,3</sup>, Mahtab Keshvari<sup>4</sup>, Seyed Masih Hosseini<sup>5</sup>, Kolsoum Beyranvand<sup>1</sup> (2015) Identification and comparison of the yield and composition of essential oil constituents of four *Eucalyptus* species adapted to the climatic conditions of Khorramabad. *J HerbMed Pharmacol.* 4(1): 25-28.
5. Archana Joshi<sup>1</sup>, Ashutosh Sharma<sup>1</sup>, R.K. Bachheti<sup>1\*</sup> and D. P. Pa, (2016) A Comparative Study of the Chemical Composition of the Essential oil from *Eucalyptus globulus* Growing in Dehradun (India) and Around the World, *Oriental Journal Of Chemistry*, 32, 331-340.



**TE2**

**Extracción de fenoles de hoja de jaca (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) mediante métodos emergentes: caracterización y actividad antifúngica**

Y. Vázquez-González, J.A Ragazzo-Sánchez y M. Calderón-Santoyo.

Laboratorio Integral de Investigación en Alimentos, Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Tepic, Av. Tecnológico 2595, Tepic, Nayarit 63175, México.

Correo electrónico: yvazquezgo@ittec.edu.mx

**Palabras clave:** Tecnologías emergentes de extracción, compuestos fenólicos, actividad antifúngica.

**Introducción**

La jaca (*Artocarpus heterophyllus* Lam.), es uno de los principales frutos tropicales que se cosechan y exportan en el estado de Nayarit. Los árboles alcanzan alturas que no facilitan la recolección de los frutos, por lo que se requiere de la poda continua. Recientemente, se demostró que la hoja de la especie de jaca es rica en compuestos antifúngicos como fenoles, flavonoides, estilbenoides y taninos [4]; por lo cual el uso de extractos vegetales puede ser una opción viable para sustituir las medidas actuales del control de hongos fitopatógenos. Numerosas técnicas de extracción se pueden aplicar para la obtención de compuestos fenólicos, sin embargo, surge la necesidad de emplear nuevas tecnologías de extracción que sean más eficientes y que reduzcan el impacto ambiental generado por los métodos convencionales, los cuales pueden contribuir a la contaminación del medio ambiente con la generación de residuos tóxicos. Por lo tanto, los objetivos del presente trabajo fueron: i) evaluar tres métodos no convencionales de extracción, para la obtención de fenoles a partir de la hoja de jaca (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) y ii) determinar la actividad antifúngica de dichos compuestos contra *Colletotrichum gloeosporioides* y *Penicillium italicum*, hongos fitopatógenos de gran importancia agrícola.

**Materiales y métodos**

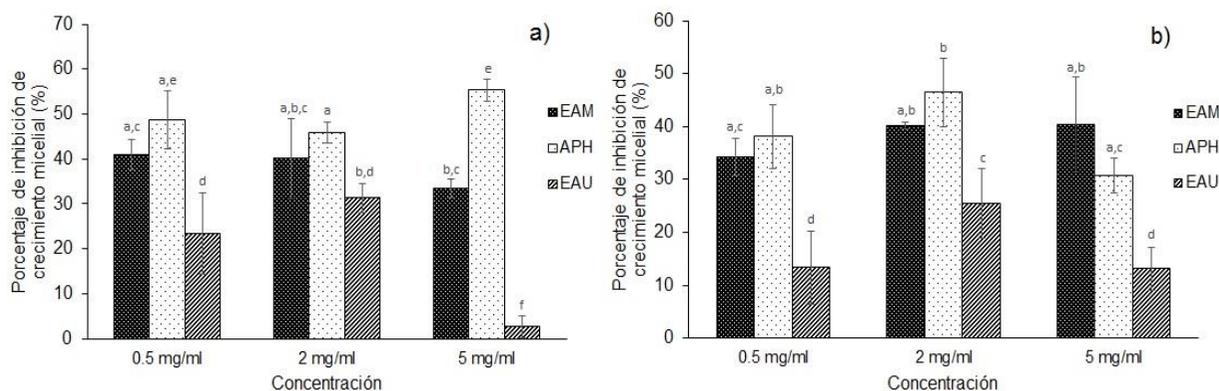
Las hojas de jaca se lavaron y deshidrataron, para la extracción de compuestos fenólicos, se pesaron 10 g de hoja de jaca pulverizada y se mezclaron con 100 mL de solución etanol-agua 8:2 (v/v). Se aplicaron los siguientes métodos de extracción: microondas (EAM; 600, 900 y 1200 W durante 1, 2 y 3 min), ultrasonido (EAU; 15, 30 y 45 min a 42 kHz) y alta presión hidrostática (APH; 150, 200 y 250 MPa durante 10, 15 y 20 min) [1], el extracto obtenido se caracterizó cualitativa y cuantitativamente (fenoles solubles totales, FST; taninos totales, TT y flavonoides totales, FT). Se evaluó la actividad antifúngica *in vitro* de los extractos fenólicos (0.5, 2 y 5 mg/ml), frente a *C. gloeosporioides* aislado de mango Kent y *P. italicum* aislado de limón Persa. Finalmente, se realizó el fraccionamiento del extracto fenólico total con 6 solventes de diferente polaridad [3], a la par se evaluó la actividad antifúngica *in vitro* frente a los hongos antes mencionados y finalmente se caracterizaron los extractos totales y las fracciones por HPLC-DAD-ESI-MS.

**Resultados y discusión**

Se obtuvo un extracto fenólico de color marrón con un rendimiento máscico del 25%, el contenido más alto de FST y TT, fue de 164±16.71 y 94±0.63 mg EAG/g BS respectivamente, cantidad que fue obtenida con EAM, 900 W, 3 min, en contraste el mayor contenido de FT fue de 20±0.89 mg ER/g BS, obtenido mediante APH, 200 MPa, 15 min. Este comportamiento se atribuyó al método de extracción, puesto que la EAM aumenta la presión interna debido a la alta presión de vapor dentro de las células, acelerando su ruptura [2]. No obstante, a potencias de 600 W y 1200 W se redujeron los rendimientos. Es probable que, a 600 W, haya baja absorción de energía de microondas por parte de la muestra, la cual no fue suficiente para romper la



membrana celular y facilitar la extracción de los FST. Mientras que, a 1200 W, las microondas promueven el movimiento de partículas debido a la migración de iones y la rotación de moléculas con dipolos permanentes en líquidos, provocando la disipación de mayor energía dentro del solvente de extracción y la muestra, causando un sobrecalentamiento interno, afectando la estructura de los compuestos fenólicos [1]. El alto rendimiento de FT obtenidos mediante APH, se debe al mínimo incremento de temperatura al aplicar presión, razón por la cual no hay pérdida de compuestos termolábiles, tales como los flavonoides, en comparación con otros métodos, que mediante reacciones de oxidación y condensación podrían contribuir a la disminución de FT. Por otro lado, el extracto fenólico obtenido mediante APH mostró un porcentaje de inhibición mayor ( $52.52 \pm 0.18\%$ , 5 mg/ml y  $46.49 \pm 0.25\%$ , 2 mg/ml;  $p > 0.05$ ) frente a *C. gloeosporioides* y *P. italicum* respectivamente (Fig. 1), en comparación con la EAM y la EAU. Esto puede deberse a la mayor presencia de flavonoides, los cuales alteran la membrana citoplasmática de hongos, disminuyen la tasa de respiración y la síntesis de ATP, causando apoptosis celular en células fúngicas [5]. Respecto al fraccionamiento del extracto total, el extracto obtenido con etanol (EtEx), mostró el mayor porcentaje de inhibición frente a *C. gloeosporioides* ( $83.78 \pm 1.25\%$ ), mientras que para *P. italicum* fue el extracto obtenido con metanol ( $66.45 \pm 5.92\%$ ). Este comportamiento se atribuyó principalmente a la presencia de compuestos de polaridad intermedia, ya que se identificó la presencia de ácido clorogénico, quercentina, ácido cítrico y ácido cafeico, los cuales inhiben principalmente la respiración de hongos. Resultados similares se reportaron por Eloff y cols. [3] quienes concluyeron que los compuestos de polaridad intermedia presentaron mayor actividad antifúngica en comparación con los compuestos polares o apolares frente a *C. gloeosporioides*, *P. expansum* y *Fusarium oxysporum*.



**Figura 1.** Inhibición de crecimiento micelial de a) *C. gloeosporioides* y b) *P. italicum*, usando extractos obtenidos por EAM (900W-2min), APH (200MPa-15 min) y EAU (42 kHz, 30 min). Cada columna representa la media  $\pm$  desviación estándar de tres experimentos diferentes.  $P < 0.05$ , indican diferencia significativa.

### Conclusiones

Los extractos de hoja de jaca obtenidos mediante APH, mostraron mayor actividad antifúngica frente a *C. gloeosporioides* y *P. italicum*. Además, se logró potenciar la actividad antifúngica mediante extracciones selectivas, siendo las fracciones de polaridad intermedia las que mostraron las actividades antifúngicas más altas. En los extractos, se encontró la presencia de compuestos fenólicos como: ácido cítrico, ácido cafeico, catequina y ácido clorogénico, estos compuestos pudieran estar ejerciendo actividad antifúngica frente a *C. gloeosporioides* y *P. italicum*. Dada la presencia de estos metabolitos secundarios en la hoja de jaca, este residuo agro-industrial es una fuente potencial de compuestos con actividad antifúngica frente a los hongos estudiados, con la posibilidad de ser utilizado como agente de biocontrol para el tratamiento de enfermedades postcosecha de frutos.



**Referencias**

1. Alara OR, Abdurahmana NH, Ukaegbub CI, Azharic NH. Vernonia cinerea leaves as the source of phenolic compounds, antioxidants, and anti-diabetic activity using microwave-assisted extraction technique. *Industrial Crops & Products*. 2018; 122: 533-544.
2. Bouras M, Chadni M, Barba FJ, Grimi N, Bals O, Vorobiev E. Optimization of microwave-assisted extraction of polyphenols from Quercus bark. *Industrial Crops & Products*. 2015; 77: 590-601.
3. Eloff JN, Angeh IE, Mcgaw LJ. Solvent-solvent fractionation can increase the antifungal activity of a Melianthus comosus (Melianthaceae) acetone leaf extract to yield a potentially useful commercial antifungal product. *Industrial Crops & Products*. 2017; 110: 103-112.
4. Hakim A. Diversity of secondary metabolites from Genus Artocarpus (Moraceae). *Nusantara Bioscience*. 2010; 2(3): 146-156.
5. Yang S, Zhou J, Li D, Shang C, Peng L, Pan S. The structure-antifungal activity relationship of 5,7-dihydroxyflavonoids against *Penicillium italicum*. *Food Chemistry*. 2017; 224: 26-31.



**TP1**

**Evaluación del potencial de los residuos grasos del pollo para la obtención de biodiesel**

D.A. Gáfaró-Delgado<sup>1</sup>, S.P. Rodríguez- Quintero<sup>2</sup> y M.T. Arias – Peñaranda<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Química, Universidad Francisco de Paula Santander, Cúcuta, Colombia. e-mail: <sup>2</sup>Departamento del medio Ambiente, Universidad Francisco de Paula Santander, Cúcuta, Colombia.

Correo electrónico: marthatrinidadap@ufps.edu.co

**Palabras clave:** Residuos grasos de pollo, biodiesel, transesterificación.

**Introducción**

La carne de pollo es la fuente de proteína favorita para la mayoría de los seres humanos en el mundo. Sin embargo, para su consumo se prefiere el pollo sin piel y sin grasa, lo que conduce a la generación de una gran cantidad de residuos grasos con un impacto negativo al ambiente, desde el punto de vista sanitario, ya que una incorrecta disposición de los desechos puede generar condiciones ideales para la proliferación de enfermedades y la contaminación de fuentes de agua. El biodiesel es un combustible diesel no tóxico, biodegradable y renovable que en los últimos años, ha ganado mucha atención, generalmente se produce a partir de aceites vegetales de alta calidad con un alto costo, que representa del 60 al 75% de los gastos de producción de biodiesel (Seffati et al., 2019). Por lo tanto, con el fin de disminuir el costo de la materias primas, una amplia gama de estudios se han llevado a cabo en la producción de biodiesel a partir de materias primas de bajo costo como aceites para freír y grasas animales de desecho (Mata et al., 2011; Purandaradas et al., 2018; Seffati et al., 2019). En el presente trabajo, se evaluó el potencial del aceite extraído de los residuos grasos de pollo, materia prima fácilmente disponible en el mercado y fácil de procesar, para la obtención de biodiesel por transesterificación alcalina utilizando NaOH como catalizador.

**Materiales y métodos**

Los residuos grasos del pollo se recolectaron en la Central de abastos de la ciudad de Cúcuta, Norte de Santander, Colombia y fueron lavados, cortados y sometidos a extracción del aceite en un extractor sólido – líquido por arrastre de vapor (Generatoris S.A. de C.V.); posteriormente el aceite fue separado del agua por decantación. El aceite obtenido con un % Ácidos grasos libres (AGL)  $1.3 \pm 0.2$  fue sometido a un proceso de esterificación ácida para disminuir el %AGL a  $0.66 \pm 0.02$ . La optimización del proceso de transesterificación utilizando metanol y NaOH como catalizador, se realizó a 60 °C mediante un diseño factorial  $2^3$  tomando como variables independientes la relación molar alcohol/aceite (6/1 y 12/1), el % Catalizador (1 % y 3 %) y el tiempo de reacción (3 h y 6 h). Una vez terminado el tiempo de reacción se separó el biodiesel de la glicerina por decantación y se procedió a lavar el biodiesel con agua entre 50 a 60 °C levemente acida (ácido acético), con el fin de eliminar los restos de alcohol, catalizador y glicerina que pudieron haber quedado después de la reacción. Finalmente se llevó a una temperatura de 100°C durante 1 h con agitación suave para eliminar el agua y el metanol remanente. En el biodiesel obtenido se determinaron las especificaciones de calidad establecidas en las normas ASTM 6751 y EN 14214 y se cuantificaron los metilésteres obtenidos mediante cromatografía de gases por el método EN14103.

**Resultados y discusión**

La conversión máxima del aceite de los residuos grasos de pollo en biodiesel fue del 88,7%, obtenida a las 3 horas de reacción a 60 °C, con una relación molar metanol/aceite de 6:1 y un 1 % de catalizador; condiciones que fueron las más bajas del estudio lo que sugiere una disminución en los costos de producción comparada con los procesos catalizados con ácido que requieren mayor tiempo de reacción, mayor



temperatura de reacción y mayores proporciones de alcohol y aceite (Bhatti et al., 2008). El análisis de las variables del proceso de transesterificación, mostró que un aumento en la relación molar metanol/aceite de 6:1 a 12:1 no favoreció la conversión del aceite, por el contrario la disminuyó en un 10%, situación observada independientemente de las demás variables de reacción, posiblemente debido a que el exceso de metanol desactiva el catalizador. Por su parte, al aumentar del 1% al 3% la cantidad de NaOH utilizado como catalizador, se evidenció una disminución en el rendimiento de la reacción, debido a que el exceso de catalizador tiende a formar una suspensión (Mata et al., 2011). La relación entre conversión y tiempo de reacción fue también investigada, los resultados mostraron que 3 horas de reacción son suficientes para que el aceite se convierta en biodiesel y alcance el equilibrio, al aumentar el tiempo de reacción de 3 a 6 horas, la conversión de FFA disminuyó. En la Tabla 1, se presentan las especificaciones de calidad del biodiesel obtenido y se comparan con los valores establecidos por las principales normas internacionales.

**Tabla 1.** Características fisicoquímicas del biodiesel obtenido.

Parámetro	Resultado	ASTM D6751	EN14214
Contenido de esteres (%)	97.7		
Densidad 20 °C (kg/m <sup>3</sup> )	881.9	870-890	860-900
Viscosidad 40 °C (mm <sup>2</sup> /s)	4.3	1.9 – 6.0	3.5 –5.0
Contenido de agua(%)	2.0	0.05	0.05
Índice de yodo (g de I/100g)	2.3		120
Punto de inflamación (°C)	217.5	>130	>120

El contenido de esteres indica la pureza que tiene el biodiesel, el cual según la EN14103 debe ser mínimo del 96.5% (p/p), el biodiesel obtenido presentó un alto contenido de metilésteres de 97,7% (m/m), compuesto principalmente por: Oleato (37.35 %), Palmitato 23.42 %, Linoleato 20.31 %, Estearato 8.1 %, Palmitoleato 5.43% , Linolenato 1.67 % y Miristato 1.01%. La densidad, viscosidad y punto de inflamación del biodiesel obtenido se encuentran dentro del rango de valores especificados por las normas europeas y americanas. El contenido de humedad se encuentra por encima del valor máximo establecido. El índice de yodo determina un porcentaje de dobles enlaces en la molécula y estos están directamente relacionados con la fácil o difícil oxidación del compuesto, el bajo índice de yodo permite suponer una buena estabilidad y poca afectación en las propiedades físicas del biodiesel., tales como el punto de nube, el punto de fluidez, entre otras.

### Conclusiones

El aceite de los residuos grasos del pollo presenta un alto potencial como materia prima alternativa atractiva para la producción de biodiesel por transesterificación alcalina, con una alta conversión bajo las condiciones óptimas establecidas. Las principales propiedades físicas y químicas se encuentran dentro del rango establecido por los estándares internacionales, su perfil de esteres metílicos y el bajo índice de yodo permiten concluir que el biodiesel obtenido no se oxida con facilidad y poseerá excelentes propiedades como número de Cetano, puntos de nube y fluidez, lo que se traduce en una ventaja para su uso como combustible.

### Referencias

1. Bhatti HN, Hanif MA, Qasim M, Rehman AU. Biodiesel production from waste Tallow. Fuel. 2008; 87(13-14):2961– 2966.
2. Mata TM, Cardoso N, Ornelas M, Neves S, Caetano NS. Evaluation of two purification methods of biodiesel from beef tallow, pork lard and chicken fat. Energy & Fuels. 2011;25:4756 - 4762.



## **IV Congreso en Tendencias en Ciencias de Alimentos y Desarrollo Tecnológico**

### **IV Congress on Trends in Food Science and Technology Development**

---

3. Purandaradas A, Silambarasan T, Murugan K., Babujanathanam R., et al. Development and quantification of biodiesel production from chicken feather meal as a cost-effective feedstock by using green technology. *Biochemistry and Biophysics Reports*. 2018; 14: 133 -139.
4. Seffati K., Honarvar B., Esmaili H., Esfandiari N. Enhanced biodiesel production from chicken fat using CaO/CuFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> nanocatalyst and its combination with diesel to improve fuel properties. *Fuel* 2019; 235: 1248-1244.



**TP2**

**Remoción de ácido cítrico de soluciones acuosas mediante el uso de hidróxidos dobles laminares**

M.G. Ventura-Muñoz, G.G. Carbajal-Arízaga, L.E. Guerra-Rodríguez

Departamento de Química, Universidad de Guadalajara, Blvd. Marcelino García Barragán #1421. C.P. 44430, Guadalajara, Jalisco, México.

Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria, Universidad de Camagüey "Ignacio Agramonte Loinaz". North Ring Road, km 5.5. C.P. 74650. Camagüey, Cuba.

Correo electrónico: mine.ventura09@gmail.com

**Palabras clave:** Ácidos orgánicos, Adsorción, Arcillas aniónicas.

**Introducción**

El ácido cítrico (AC) es uno de los ácidos orgánicos más importantes en la industria alimentaria como en la elaboración de confitería, bebidas sin alcohol, extractos aromatizantes etc. El ácido cítrico naturalmente se produce en muchos tejidos de las plantas, especialmente en aquellas de la variedad de cítricos, como en los arándanos, que se produce libremente y con muy poco ácido málico, en otras frutas como la cereza, fresa y frambuesa, el ácido cítrico se produce en una proporción aproximadamente igual que el ácido málico.

Las principales fuentes comerciales naturales de ácido cítrico han sido limones, limas y piñas. A nivel industrial, el ácido cítrico es producido a través de la fermentación fúngica de la glucosa. Este método fue implementado por primera vez por Wehmer alrededor de 1893 y posteriormente Zahorski, Thom y Currie identificaron que el ácido cítrico se produce fácilmente por muchas cepas diferentes de *Aspergillus Níger*. En estos procedimientos, la composición del sistema en que es producido el ácido cítrico es compleja, pues incluye la presencia del microorganismo, de sustrato no reaccionado y del ácido cítrico, además de otros subproductos. El método de separación y purificación del ácido cítrico, requiere de la adición de calcio para formar un complejo y poder separarlo. Posteriormente se hace un tratamiento con ácido sulfúrico para purificarlo. La desventaja de estos procesos radica en el costo, ya que los reactivos son altamente corrosivos y requieren de reactores resistentes. Además, el impacto de los residuos en el medio ambiente, es alto.

El objetivo de este trabajo es proponer un método alternativo de remoción de ácido cítrico y para ello proponemos un modelo inicial para remover la mayor cantidad de AC utilizando partículas de hidróxidos dobles laminares (HDL) los cuales son partículas inorgánicas de baja solubilidad con gran afinidad para retener iones de ácidos carboxílicos; funcionando como medio de separación selectiva, y posiblemente reversible que pudiera reutilizarse en diversos ciclos de remoción.

**Materiales y métodos**

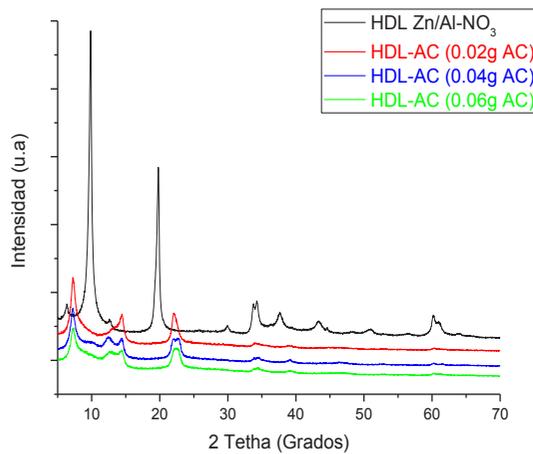
Se sintetizó un HDL compuesto por Zn y Al-NO<sub>3</sub> por el método de co precipitación hasta llegar a un pH= 8.0, el cual se lavó, se dejó secar a 60 °C en un horno y finalmente se molió para posteriormente realizar tres experimentos. Se pesaron los gramos correspondientes de AC (0.02, 0.04 y 0.06 g) que se disolvieron en 20 mL de agua desionizada, se ajustó pH hasta 9.0 y se añadieron 0.125g de HDL; se dejó en agitación durante 24 h a temperatura ambiente (menor a 30 °C), se colectó el sólido y lavó para caracterizar los productos por DRX e IR.

**Resultados y discusión**

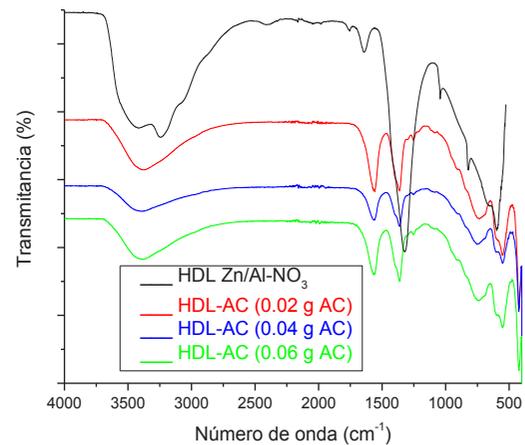
En la Figura 1 se muestran los resultados de difracción de rayos X para un HDL Zn/Al-NO<sub>3</sub> sintetizado y posteriormente la intercalación de HDL con el ácido cítrico (AC) a diferentes concentraciones del mismo, mostrándose el desplazamiento y ensanchamiento de las reflexiones basales con respecto al HDL que no



tiene AC mostrando un perfil de difracción característico para los HDL, con reflexiones alargadas y muy agudas. Mientras que en la Figura 2 se muestran los espectros de infrarrojo de los experimentos mencionados, observándose claramente las vibraciones de los grupos OH<sup>-</sup> y la clara presencia de los estiramientos en las bandas correspondientes a los carboxilatos, lo que corrobora la presencia del ácido cítrico, pero en forma de carboxilato, dentro de las láminas del HDL.



**Figura 1.** Difractogramas de HDL intercalados con AC.



**Figura 2.** Espectros IR de HDL intercalados con AC.

### Conclusiones

El uso de HDL como removedor de ácido cítrico si es posible. El fenómeno que ocurre es la intercalación, pero también es posible que haya adsorción. A pesar de que los resultados son prometedores, falta realizar un diseño experimental para encontrar las condiciones óptimas de remoción. También es necesario verificar la reversibilidad de la reacción de intercalación para determinar si los HDL pueden reciclarse y utilizarse en ciertos ciclos de remoción.

### Referencias

1. Guerra Rodríguez, L.E; Ventura Muñoz, M.G; Carbajal Arizaga, G. G. Citric acid removal from aqueous solution with layered aluminum hydroxide crystals. *Ind. Eng. Chem. Res. J. Chem. Chem. Eng* (2018).
2. Guerra Rodríguez, L. E; Ventura Muñoz, M.G. Structure in a citric acid production process. *Revista Centro Azúcar*. (2018) 45, 68–75.
3. Ventura Muñoz, M.G. Remoción de ácido cítrico de soluciones acuosas mediante nanopartículas de hidróxidos sintéticos. in (ed. Academia Jalisciense de Ciencias, A. C). Guadalajara, Jalisco, México (2016).
4. Pazouki, M; Panda, T Recovery of citric acid - A review. *Bioprocess Eng.*(1998) 19, 435–439.
5. Wypych, F. & Arizaga, G. G. C. Intercalação e funcionalização da brucita com ácidos carboxílicos.(2005. *Quim. Nova* 28, 24–29.



TC1

### **Desarrollo de una tartaleta a base de semillas de linaza, ajonjolí y cacahuete con relleno de mango**

S.N. Espinoza-Miranda, Y. M. Sánchez-Ortega y Z. Gómez-Cruz

Departamento de Salud Pública, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CUCBA).

Universidad de Guadalajara. Camino Ramón Padilla Sánchez # 2100 Nextipac, Zapopan, Jalisco.

Correo electrónico: socorro.espinoza@alumnos.udg.mx

**Palabras clave:** análisis, mango, tartaleta.

#### **Introducción**

En México se ha registrado un notable incremento de obesidad que se creía limitado a la población adulta, sin embargo también está presente en niños, adolescentes y adultos jóvenes; la mala alimentación de los mexicanos es asociada al consumo de alimentos “chatarra” supliendo a los alimentos más nutritivos, de acuerdo a datos reportados en ENSANUT, 2016 para los adolescentes, el exceso de peso fue de 36.3% y con respecto a los adultos, los resultados indican que 72.6% de ellos tienen sobrepeso u obesidad [ENSANUT, 2016]. Por esta situación se planteó el desarrollo de una tartaleta nutritiva a base de semillas de linaza, ajonjolí y cacahuete con relleno de mango, teniendo como principio fomentar la buena alimentación en cualquier momento del día, proporcionando nutrientes necesarios para el organismo, la idea del desarrollo de la tartaleta surge a raíz de que en el mercado se encuentran barras poco nutritivas y de fácil acceso por lo que elaborarla podría beneficiar la salud de los jóvenes. A la tartaleta se le realizaron pruebas organolépticas de: color, olor, sabor y textura, por medio de una prueba de aceptación mediante una escala hedónica de 5 puntos, además se le realizaron análisis fisicoquímicos y microbiológicos.

#### **Materiales y métodos**

El desarrollo de la tartaleta a base de semillas y relleno de mango se llevó a cabo en los laboratorios del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, en el laboratorio de fisicoquímica alimentaria se evaluaron los siguientes parámetros fisicoquímicos: humedad, cenizas, proteína por el método Kjeldahl y extracto etéreo por el método Soxhlet, estas determinaciones se basaron en las técnicas establecidas en el manual de Técnicas de Laboratorio para la Evaluación de la Composición [Ruvalcaba y Landeros, 2015]. El pH se determinó por medio del potenciómetro utilizando la técnica para productos semisólidos [SE, 1978], los °Brix se determinaron con el refractómetro [SCFI, 1982]. En el laboratorio de microbiología alimentaria se realizó la determinación de Mohos y levaduras [SS, 1994]. Además, se realizó una prueba sensorial para conocer la aceptación de sus características organolépticas: olor, color, sabor y textura por medio de una escala hedónica estructurada de cinco puntos asignándole el valor más alto (cinco puntos) a la categoría “me gusta mucho” y el más bajo (un punto) a “me disgusta mucho”. El peso de la muestra fue de 10g y se ofreció en capacillos de papel a cada uno de los 100 jueces. En el caso de la formulación fueron necesarios dos procesos: se realizó la base con la molienda de las semillas, se mezclaron junto con la goma arábiga para su compactación y su posterior deshidratado a 180°C por 10 minutos, al terminar el tiempo se agregaron 23g de pulpa de mango y finalmente se hornea por 20 minutos a 180°C y se deja enfriar.



### Resultados y discusión

El aspecto que se obtuvo de la tartaleta fue un color café oscuro en la base, sabor a semillas con mango, olor predominante a semillas y de textura crujiente. La composición de la tartaleta, mostró tener altos porcentajes en los siguientes parámetros fisicoquímicos.



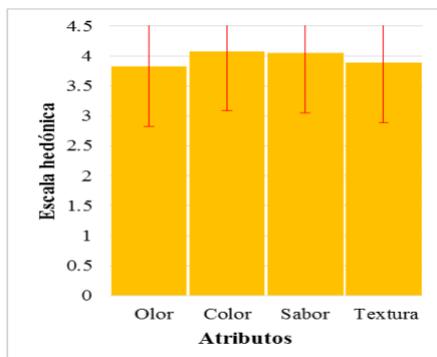
**Figura 1.** Aspecto final de la tartaleta.

La determinación de mohos y levaduras, mostró un resultado de  $< 50$  UFC/g que de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-247-SSA1-2008, Productos y servicios. Cereales y sus productos. Cereales, harinas de cereales, sémolas o semolinas. Alimentos a base de: cereales, semillas comestibles, de harinas, sémolas o semolinas o sus mezclas está dentro de los límites permitidos.

**Tabla 1.** Resultados fisicoquímicos de la tartaleta a base de semillas con relleno de mango.

Parámetro	Contenido (%)
Humedad	35.32
Cenizas	2.63
Grasa	27.33
°Brix	50.33
Proteína	15.12
pH	3.87

Respecto a la prueba sensorial la tartaleta obtuvo buenos resultados ya que los cuatro atributos fueron del agrado de los jueces, en el atributo sabor obtuvo un promedio de 4.05 de aceptación, el color 4.08, olor 3.83 y textura 3.89 estos valores indican un “me gusta” en cuanto a la aceptación como se muestra en la figura 2.



**Figura 2.** Promedio de la evaluación sensorial.

### Conclusiones

La tartaleta a base de semillas con relleno de mango presentó una textura crujiente y firme debido a la utilización de las distintas semillas y a la ausencia de productos de origen animal, en cuanto a los resultados fisicoquímicos se obtuvo mayor contenido de proteína, por lo que por dichas características es una tartaleta con mayor aporte nutrimental que las existentes en el mercado.

### Referencias

1. ENSANUT (Encuesta Nacional de Salud y Nutrición) [<https://ensanut.insp.mx/>]. [Acceso 30 abril 201]. Diversidad de la dieta a partir del cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos. Disponible en: <https://ensanut.insp.mx/ensanut2016/index.php>
2. Rubalcaba S, Landeros P. Evaluación de la composición de los alimentos, Técnicas de Laboratorio. Guadalajara: Universidad de Guadalajara; 2015. 40 p.
3. SE (Secretaría de Economía) [<https://www.gob.mx/se/>]. NMX-F-312-1978. Determinación de Reductores Directos y Totales en alimentos. Dirección General de Normas, México, D.F., 15 marzo 1978. [Acceso 20 febrero 2019]. Disponible en: <https://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-F-312-1978.PDF>
4. SE (Secretaría de Economía) [<https://www.gob.mx/se/>]. NMX-F-103-1982. Determinación de grados Brix. Dirección General de Normas, México, D.F., 1982. [Acceso 20 febrero 2019]. Disponible en: <https://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-F-103-1982.PDF>.
5. SSA (Secretaría de Salud) [<https://www.gob.mx/salud>]. Norma Oficial Mexicana NOM-111-SSA1-1994, Bienes y Servicios. Método para la cuenta de Mohos y Levaduras en alimentos. Diario Oficial de la Federación, México, D.F., 10 mayo 1995. [Acceso 20 febrero 2019]. Disponible en: <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/111ssa14.html>.



TC2

### **Elaboración y evaluación de una cerveza artesanal con la inclusión de Betabel (*Beta vulgaris* L.)**

O. Chavarin-Ruiz y L. Segura-García

Departamento de Salud Pública, Centro de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CUCBA). Universidad de Guadalajara. Camino Ramón Corona Padilla Sánchez, #2100, Nextipac, Jalisco.

Correo electrónico: oscareduardo901@hotmail.com

**Palabras clave:** betabel, jugo de betabel, cerveza artesanal.

#### **Introducción**

La norma 199 de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial señala que una cerveza es una bebida alcohólica elaborada principalmente con malta, lúpulo, levadura y agua potable, además a esta se le pueden agregar raíces o materia prima vegetal feculenta. Su contenido alcohólico es de 2% a 20% Alc. Vol. La cerveza artesanal con inclusión del betabel es auténtica y original ya que se elabora únicamente con ingredientes tradicionales e innovadores, los cuales se encuentran en su estado más puro y natural: malta de cebada, agua, betabel, lúpulo y levadura; además no se utilizan cereales de relleno (aditivos) como el maíz o el arroz, sin conservadores, ni colorantes artificiales; prácticas que reducen la calidad y el perfil de sabor y aroma del producto [3]. La producción de cerveza artesanal con la inclusión de betabel surge como una idea para ofrecer a la población un nuevo producto innovador a los ya conocidos y de origen industrial. Como principal finalidad se busca brindar una nueva bebida alcohólica con un mayor aporte nutrimental aprovechando las características nutrimentales del betabel tales como las proteínas, los carbohidratos y los nitratos a los cuales se les ha demostrado que mejoran el rendimiento físico y la salud humana [2].

#### **Material y métodos**

Se llevó a cabo una investigación experimental, longitudinal y comparativa. Se realizaron varias formulaciones con modificaciones en el proceso tradicional de producción de cerveza artesanal, con el fin de incluir el betabel sin perder sus propiedades. Se realizó una evaluación sensorial con 100 jueces no entrenados, utilizando una escala hedónica de 5 puntos, donde 1 fue “me disgusta mucho” y 5 “me gusta mucho”. Se realizó una evaluación fisicoquímica donde se determinaron cenizas, pH, sólidos totales, nitratos, carbohidratos y acidez titulable [1]; de igual forma se determinó proteína por medición de nitrógeno asimilable [5] y etanol por cromatografía [4].

#### **Resultados**

La formulación final fue de: 85.8% de agua, 6.3% de extracto de malta, 4.8% de betabel, 3.05% de jugo de betabel, 0.05% de lúpulo y 0.03% de levadura.

#### *Análisis sensorial*

Los resultados del análisis sensorial de la cerveza artesanal con la inclusión de betabel arrojaron que el atributo con mayor grado de aceptación fue color con un promedio de aceptación de  $4.55 \pm 0.59$ , respecto al olor este tuvo un promedio de aceptación de  $4.28 \pm 0.63$  estando en el rango de me gusta mucho y el atributo del sabor tubo una aceptación de  $3.81 \pm 0.83$  quedando en el rango de me gusta. La cerveza artesanal con la inclusión de betabel obtuvo un porcentaje de aceptación general de 85.6%.



#### *Análisis fisicoquímicos*

El análisis que se le realizó a la cerveza dio como resultado un pH de 4.55, de igual forma estas pruebas arrojaron que la cerveza contiene 0.065% de proteína, 3.9% de etanol y 3.4% de nitratos, entre otros (Tabla 1).

**Tabla 1.** Valores fisicoquímicos de la cerveza artesanal con la inclusión de betabel.

Determinación	Cerveza con betabel
<b>Proteína</b>	0.065%
<b>Carbohidratos</b>	4.27%
<b>Sólidos Totales</b>	4.52%
<b>Acidez Titulable</b>	0.21%
<b>Cenizas</b>	0.19%
<b>Nitratos</b>	3.4%
<b>pH</b>	4.55
<b>Etanol</b>	3.9%

#### **Conclusiones**

Se logró obtener una cerveza artesanal con la inclusión de betabel, la cual fue aceptada por los jueces que la evaluaron. La cerveza artesanal con la inclusión de betabel es un producto rico en nitratos; bajo en calorías y grasas. La formulación final que se evaluó ofrece al consumidor en la bebida un aporte de nitratos con beneficios a la salud tales como la reducción de presión arterial, un mayor rendimiento aeróbico y aumento del rendimiento en el ejercicio; por otro lado la cerveza industrial solo se destaca por su alto aporte de carbohidratos sin aportar ningún otro nutriente significativo para la salud.

#### **Referencias**

1. AOAC (Association of Official Analytical Chemists). Official Methods of Analysis of AOAC INTERNATIONAL (20th ed.). Rockville, 2016. ISBN:978-0-935584-87-5, Available: <<http://www.directtextbook.com/isbn/9780935584875>>
2. Gisbert Martí A, Prat Bosch M, Cid AV, Ferrari MR. El efecto del zumo de remolacha sobre la presión arterial y el ejercicio físico: revisión sistemática. *Rev Esp Nutr Comunitaria*. 2015; 21(2): 20–29. <https://doi.org/10.14642/RENC.2015.21.2.5099>
3. Hernández J. La Cerveza. *Enlace Químico*. 2006; 1(1): 19–26. Recuperado de <http://www.dcone.ugto.mx/Contenido/revista/numeros/1/A6.pdf>.
4. Portari GV, Marchini JS, Jordão AA. Validation of a Manual Headspace Gas Chromatography Method for Determining Volatile Compounds in Biological Fluids. *Laboratory Medicine*. 2008; 39(1): 42–45.
5. Sörensen S.P.L. Enzymstudien I: Über die quantitative Messung proteolytischer Spaltungen, Die formoltitrierung. *Biochemische Zeitschrift*, 1907; 7: 45.



**TC3**

**Elaboración de una pasta tipo spaghetti a partir de orujo de uva alta en polifenoles**

A. Rodríguez-Zúñiga<sup>1</sup>, M. Juárez-García<sup>2,4</sup>, A. A. Feregrino-Pérez<sup>3</sup>, M. Avila-Ontiveros<sup>2</sup>, F. Ramírez-García<sup>2</sup> y J. Mancillas-Medina<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Tesista de la carrera de Ingeniería en Industrias Alimentarias (IIA) del Instituto tecnológico Superior Zacatecas Norte (ITSZN)

<sup>2</sup> Profesor Investigador de la carrera de IIA del ITSZN, carretera a González Ortega km 3, Río Grande, Zacatecas

<sup>3</sup> Profesor Investigador de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Querétaro, Cerro de las Campanas s/n, Colonia Las Campanas, Centro Universitario, C.P.76010 Querétaro, Querétaro.

Correo electrónico: juareztec2018@hotmail.com

**Palabras clave:** Pasta, Uva, Polifenoles.

**Introducción**

En México, existen cerca de 3,350 hectáreas destinadas al cultivo de uva para la producción de México, destacando las que se encuentran en escala de producción son: Baja California 83%, Querétaro 8%, Zacatecas 3% y Coahuila 4% al producir aproximadamente 27 mil toneladas de uva en cada ciclo agrícola, con un rendimiento promedio de 11 ton/ha. Además, El 75% de la producción se consume como fruta, y el 22% se procesa para elaboración de vino, brandy, jugos, mermeladas y 3% se consume como uva pasa (SHCP, 2014). A su vez, este fruto tiene capacidad antioxidante y potenciales efectos en la salud. El 63% de los fenoles totales (FT) de las vides de variedades blancas se encuentra en las semillas, el 34% en las pieles (orujo) y el 3% en el jugo (Meyer y Hernández, 1970; Bourzeix *et al.*, 1986). Asimismo, los extractos obtenidos de las semillas o de la piel de uva (el *pomum*) como subproductos del vino, sidra y jugos industriales han sido considerados como ricas fuentes de antioxidantes naturales (Revilla, 2000; Wang *et al.*, 2000; Jayaprakasha *et al.*, 2001; Ahn *et al.*, 2002; Murthy *et al.*, 2002).

Por otra parte, el bagazo de uva está constituido principalmente por semilla y piel. El orujo de uva es el principal residuo del proceso de vinificación, constituido por restos de piel, semillas y tallos. Dicho subproducto es considerado fuente natural de componentes beneficiosos en diversas áreas, según lo reportado por Sandoval (1995) y se considera una buena fuente de compuestos fenólicos ya que en el extracto de la semilla se encuentran antioxidantes hidrofílicos (las procianidinas, y una mezcla de oligoméricos) que tienen un alto poder antioxidante (Katiyar, 2008). Los compuestos fenólicos (CF) presentes en la piel de la uva se clasifican en flavonoides (flavonoles, antocianos, catequinas, epicatequinas y resveratrol) y no flavonoides (ácido benzoico, ácido cinámico y estilbenos) (Bogs *et al.*, 2006; Wang *et al.*, 2007). A su vez, Existen estudios de sus múltiples beneficios, tales como García *et al.* (2010), donde menciona que es una fuente atractiva para el desarrollo de nuevos productos farmacéuticos y/o fitofármacos. A su vez, Mieres *et al.* (2010), desarrollaron una galleta a partir de orujo mayor del 6% de proteína y aceptable sensorialmente; finalmente, D'Amario (2018), extrajo y caracterizó compuestos bioactivos remanentes a partir de orujo. De acuerdo a esto, el propósito del presente trabajo fue pretende desarrollar un producto a partir del orujo de uva en el cual tenga un alto contenido en antioxidantes, específicamente polifenoles.

**Materiales y métodos**

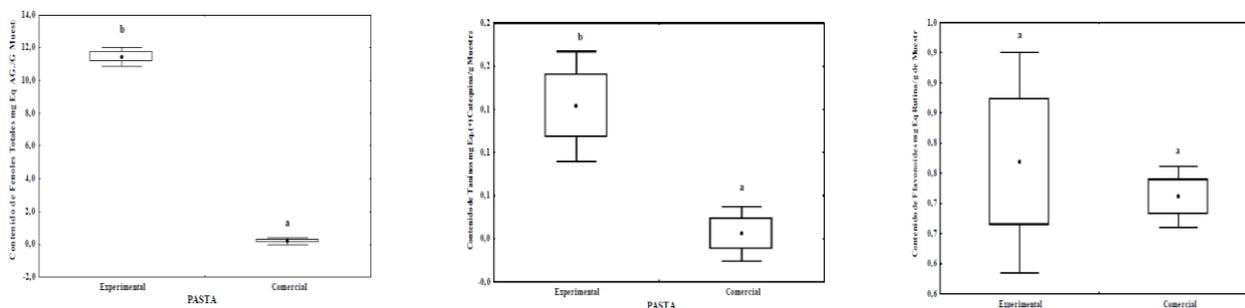
El presente estudio se elaboró en el Estado de Querétaro, en la Universidad Autónoma de Querétaro, campus Aeropuerto. En el Laboratorio de Metabolitos y Nanocompositos de la Facultad de Ingeniería, donde se desarrolló una pasta a partir de harina de bagazo de uva tipo *Macabeo* y *amaranto* con diferentes formulaciones (50:50, 55:45, 60:40) y denominadas desde M1 a M3, donde M3 fue la que presentó los



niveles más altos y se denominó experimental, y en esta se analizó el contenido de antioxidantes [fenoles (Folin-Ciocalteu), taninos (Deshpande *et al.*, 1982) y flavonoides (Oomah *et al.*, 1996), en el Laboratorio de Química de Alimentos de la Universidad Autónoma de Querétaro y se comparó con una pasta comercial (Yemina®) tipo spaguetti. Para ello, se utilizó el software Infostat (2008) para observar diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) y en el desarrollo de gráficos.

### Resultados y Discusión

La pasta experimental (M3), presentó un valor promedio en fenoles de  $11.43 \pm 0.57$  mg eq AG/g muestra la cual se comparó con el producto comercial (Yemina®), donde esta presenta un valor promedio de  $0.18 \pm 0.23$  mg eq AG/g por muestra, en taninos presentó un valor promedio de  $1.42 \pm 0.50$  mg eq (+) Catequina/g muestra por los  $0.024 \pm 0.025$  mg eq (+) Catequina/g muestra comercial y en flavonoides tuvo un valor promedio de  $7.67 \pm 1.82$  mg eq Rutina/g muestra contra los  $0.71 \pm 0.05$  mg eq Rutina/g muestra por lo cual se determina que la pasta experimental resultó mejor que la pasta comercial en los tres componentes. De acuerdo a esto, en estudios previos se emplearon mezclas de bagazo de uva triturado de la cosecha 2007 (Cabernet Sauvignon/Tempranillo/Syrah en proporción 80:10:10) y se obtuvo un rendimiento de Fenoles Totales de 1.86 mg eq AG/g de bagazo seco y en taninos de 1.036 mg eq (+) catequina por gramo (Muñoz 2009). A su vez, Quijada–Molina (2010), mencionó que los compuestos fenólicos y actividad antioxidante de cáscara de uva (*Vitis vinifera* L.) de mesa cultivada en el noreste de México, las cáscaras de uva roja presentaron una capacidad antioxidante significativamente mayor ( $p < 0.05$ ) por ( $14.50 \pm 0.04$  Mm eq Trolox/g muestra) por ( $8.47 \pm 0.95$  Mm eq Trolox/g muestra) que la pasta experimental, en donde se encontraron diferencias significativas ( $p < 0.5$ ) (Fig. 1).



**Figura 1.** Comparación del contenido de Fenoles, Taninos y Flavonoides entre Pastas.

### Conclusiones

Se logró la obtención de un producto tipo pasta utilizando harina de bagazo de uva y harina de amaranto con una apariencia similar a las pastas comerciales, pero con alto potencial antioxidante, específicamente en fenoles. Esto generará un alto valor agregado a la materia prima y una alternativa de diversificación en el área de alimentos.

### Referencias

1. D'Amario, M. A. 2018. Extracción y Caracterización de Compuestos Bioactivos remanentes en Orujos y su utilización en la Industria Alimentaria con fines tecnológicos. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Cuyo. Mendoza, Argentina. 87 p.
2. García, B. L., Verde, S. J., Castro, R. R., Chávez, M. A., Oranday, C. A., Núñez, G. A. y Rivas, M. C. 2010. Actividad Biológica de un extracto de orujo de Uva mexicana. Universidad Autónoma de Nuevo León. Revista Mexicana de Ciencias, 41 (4): 28-36.



## **IV Congreso en Tendencias en Ciencias de Alimentos y Desarrollo Tecnológico**

### **IV Congress on Trends in Food Science and Technology Development**

---

3. Muñoz-de la Cruz F. C. (2009). Caracterización físico-química, nutracéutica y sensorial del extracto acuoso de bagazo de uva roja (*Vitis Vinifera*). Querétaro.: Tesis de maestría en nutrición humana Universidad Autónoma de Querétaro
4. Oomah B. D. G. M. (1996). Flavonoids and Antioxidative Activities in Buckwheat. *Journal Agricultural Food Chemical*, 44 (7): 1746–1750.
5. Revilla E, R. J. (2000). Analysis of several phenolic compounds with potential antioxidant properties in grape extracts and wines by high-performance liquid chromatography-photodiode array detection without sample preparation. *Journal of Chromatography A*, 881: 461 - 469.



TC4

**Diseño, formulación y evaluación bromatológica-sensorial de bebida funcional a base de amaranto (*Amaranthus hypochondriacus*), Chía (*Salvia hispanica* L.) y Pitaya (*Stenocereus pruinosus*)**

Benjamín Navarro Toscano y Alfredo César Benítez Rojas\*

Departamento de Ciencias Biológicas, Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla 13 Poniente No. 1927  
Col Barrio de Santiago C.P.72410

Correo electrónico: benjamin.navarro@upaep.edu.mx

**Palabras clave:** alimento funcional, desnutrición, bromatología.

**Introducción**

Los alimentos funcionales son aquellos que tienen un efecto potencialmente positivo en la salud más allá de la nutrición básica, además promueven una salud óptima y ayudan a reducir el riesgo de padecer enfermedades. (Zeratsky, 2018). En México, 1 de cada 8 niños y niñas menores de 5 años presentan una talla baja (moderada o severa) para su edad. La falta de una dieta suficiente, variada y nutritiva está asociada con más de la mitad de las muertes de niñas y niños en todo el mundo. Cuando padecen desnutrición, son más propensos a morir por enfermedades y presentar retraso en el crecimiento durante el resto de su vida (UNICEF, 2016).

**Materiales y métodos**

Determinación del extracto etéreo o grasa por el método Soxhlet, determinación de minerales por espectrometría de absorción atómica, determinación de cenizas. Obtención de la harina de amaranto (*Amaranthus hypochondriacus*) y harina de chía (*Salvia hispanica* L.) empleando el Thermomix TM31, técnica de electroforesis en gel de poliacrilamida para la identificación de proteínas y sus pesos moleculares.

**Resultados y discusión**

Como resultados preliminares obtuvimos la pulverización y el tamizado de la harina de amaranto (*Amaranthus hypochondriacus*) y harina de chía (*Salvia hispanica* L.), dónde posteriormente se clasificó por diferentes tamaños de partícula y se calcularon velocidades de sedimentación. Se obtuvieron cantidades importantes y significativas de diferentes minerales empleando el equipo de espectrometría de absorción atómica tanto en amaranto (*Amaranthus hypochondriacus*) como en chía (*Salvia hispanica* L.).

**Conclusiones**

En el contenido de minerales, si existe una diferencia entre los distintos tamaños de partícula de las diferentes muestras, tanto de chía (*Salvia hispánica* L.) como de amaranto (*Amaranthus hypochondriacus*). La diferencia de las concentraciones de minerales fue poco visible en los diferentes tamaños de partícula de las muestras de chía (*Salvia hispánica* L.). En el tamaño de partícula de 250 µm de harina de amaranto (*Amaranthus hypochondriacus*) se encontró una cantidad de potasio de 7.7 g/kg utilizando el equipo de espectrometría de absorción atómica. Autores reportan que el contenido de potasio en amaranto (*Amaranthus hypochondriacus*) es de 508 mg.

**Referencias**

1. Olanipekun O. T\*, Fasoyiro S. B., Farinde E. O. and Ige E. A. (2012) Chemical and sensory properties of roselle drink fortified with grain amaranth. African Journal of Food Science Vol. 6(15), 412-415.
2. Mamani Ortiz Y., Rojas Salazar E G., Caero Suarez R I., Choque Ontiveros M C. (2013) Prevalencia de desnutrición en niños



## **IV Congreso en Tendencias en Ciencias de Alimentos y Desarrollo Tecnológico**

### **IV Congress on Trends in Food Science and Technology Development**

---

- y niñas en edad escolar del municipio de vinto. Revista Médico-Científica "Luz y Vida". Cochabamba, Bolivia.
3. Bressani R, Viteri F, Elias LG, de Zaghi S, Alvarado J, Odeli AD. Protein quality of a soybean protein textured food in experimental animals and children. *J Nutr* 1967;93:349-360.
  4. Cuevas-Velázquez C. L. y Covarrubias-Robles A. A. (2011). Las proteínas desordenadas y su función: una nueva forma de ver la estructura de las proteínas y la respuesta de las plantas al estrés. *Tip Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas*, vol. 14, núm. 2, 2011, pp. 97-105.
  5. Instituto Nacional de Salud Pública y UNICEF México. 2016. Encuesta Nacional de Niños, Niñas y Mujeres 2015 – Encuesta de Indicadores Múltiples por Conglomerados 2015, Informe Final. Ciudad de México, México: Instituto Nacional de Salud Pública y UNICEF México.



TC5

### **Uso de extractos de plantas medicinales, flores y frutas para la elaboración de una bebida antioxidante baja en calorías**

M.M. García-Martínez<sup>1</sup>, A.L. Gutiérrez-Salomón<sup>2,3</sup>, E. Contreras-López<sup>1</sup>, J. Jaimez-Ordaz<sup>1</sup>, A. Castañeda-Ovando<sup>1</sup>, L.G. González-Olivares<sup>1</sup>, J. Ramírez-Godínez<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Área Académica de Química, Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo,

Carretera Pachuca-Tulancingo km 4.5, col. Carboneras, CP 42184, Mineral de la Reforma, Hidalgo

<sup>2</sup>Centro de Investigación y Desarrollo en Agrobiotecnología Alimentaria del Estado de Hidalgo. Pachuca Ciudad del Conocimiento y la Cultura. Boulevard Circuito La Concepción 3 CP 42162. San Agustín Tlaxiaca, Hidalgo.

<sup>3</sup>CONACyT- Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del estado de Jalisco A. C. Av. Normalistas 800 Colinas de La Normal, 44270, Guadalajara, Jalisco, México.

<sup>4</sup>Área Académica de Gastronomía y Turismo, Instituto de Ciencias Económico Administrativas, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Camino La Concepción s/n, CP 42160, San Juan Tilcuautla, Hidalgo  
Correo electrónico: eliclopez@yahoo.com.mx

**Palabras clave:** Bebidas antioxidantes, plantas medicinales, bebidas bajas en calorías.

#### **Introducción**

El elevado consumo de bebidas calóricas entre los mexicanos se ha convertido en un tema de interés público debido a su asociación con enfermedades crónicas no transmisibles, así como a obesidad y sobrepeso. Como resultado de esto, ha surgido una tendencia en la demanda hacia productos saludables, por ejemplo, bebidas con actividad antioxidante. Diversas investigaciones han mostrado a los compuestos antioxidantes como potenciadores de la salud; de ahí la importancia del consumo de alimentos con un alto contenido de dichos compuestos como las frutas, vegetales y diversas plantas. Es por ello el objetivo de este trabajo fue utilizar extractos acuosos de plantas medicinales, flores y frutos en la elaboración de una bebida baja en calorías con actividad antioxidante, como una alternativa viable de consumo, principalmente entre la población que padece de sobrepeso u obesidad.

#### **Materiales y métodos**

Para la preparación de la bebida se emplearon: dos plantas (cedrón y toronjil), dos flores (bugambilia y manzanilla) y cinco frutas (guayaba, fresa, piña, mandarina y naranja). De los cítricos, se utilizó solo la cáscara. Los ingredientes se lavaron, desinfectaron y secaron por dos métodos: aireación y/o liofilización. Una vez secos, se realizaron diferentes mezclas de los ingredientes (planta-flor-fruto) en diferentes proporciones. A continuación, se realizó una extracción convencional sólido-líquido en 240 mL de agua a 90°C durante 5 minutos. Los extractos acuosos se filtraron, se envasaron y se sometieron a un choque térmico en baño de hielo. A partir de estas formulaciones preliminares se seleccionaron las cuatro mejores con base en sus atributos sensoriales (color, sabor y olor). A dichas formulaciones se le determinó el color (método de Padrón et al., 2010 y Martínez, 2015), pH (potenciometría), sodio (AOAC 984.27), grados Brix (refractometría) y contenido calórico (a partir de la composición proximal). También se analizaron el contenido de fenoles totales (Folin Ciocalteu) y la capacidad antioxidante (DPPH y FRAP).

#### **Resultados y discusión**

En la Tabla 1 se presentan los ingredientes utilizados en las formulaciones de las 4 bebidas finales seleccionadas (codificadas como BR, BB, BM y BC) y los valores de L (brillo), a (tonalidades rojas) y b



(tonalidades amarillas). Los resultados difieren significativamente debido a la naturaleza de los ingredientes y a las proporciones utilizadas en cada formulación. El uso de bugambilia confirió tonalidades rojas y rosa intenso a las bebidas que se asemejan a las buscadas en las nuevas tendencias de bebidas en el mercado (Jiménez, 2017). Respecto al pH, las bebidas elaboradas presentaron valores superiores (4.83 a 6.26) al de las bebidas comerciales carbonatadas y sin carbonatar (3.7 a 4.5) debido a la ausencia de aditivos como el ácido cítrico y fosfórico.

**Tabla 1.** Valores de color ( $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$ ) e ingredientes de las bebidas elaboradas.

Código	BC	BM	BR	BB
$L^*$	20.05 <sup>a</sup> ± 0.07	43.75 <sup>b</sup> ± 0.07	45.00 <sup>c</sup> ± 0.14	63.35 <sup>d</sup> ± 0.07
$a^*$	38.50 <sup>b</sup> ± 0.84	68.30 <sup>d</sup> ± 0.14	45.90 <sup>c</sup> ± 0.28	9.60 <sup>a</sup> ± 0.28
$b^*$	28.85 <sup>c</sup> ± 1.06	-16.25 <sup>a</sup> ± 0.77	25.40 <sup>b</sup> ± 0.70	54.10 <sup>d</sup> ± 1.83
<b>Ingredientes</b>	Toronjil Bugambilia Guayaba	Cedrón Bugambilia Guayaba Mandarina	Toronjil Bugambilia Guayaba Fresa Piña	Toronjil Manzanilla Naranja Fresa Piña

**BR, BC, BB, BM** indican bebidas desarrolladas. **Media ± Desviación estándar**; <sup>a,b,c,d</sup> letras diferentes en filas indican diferencia significativa entre las muestras con una  $p < 0.05$ .

Todas las bebidas elaboradas presentaron concentraciones de sodio inferiores a 30mg por porción de 200 mL y menos del 1% de sólidos totales. De acuerdo a la NOM-086-SSA1-1994, se clasifican como muy bajas en sodio y muy bajas en calorías por lo que representan una alternativa saludable al consumo de bebidas comerciales azucaradas. En la tabla 2 se presentan el contenido de fenoles y la actividad antioxidante de las bebidas elaboradas. La bebida elaborada con toronjil, bugambilia y guayaba presentó los valores más altos tanto de fenoles totales como de actividad antioxidante medida por DPPH. Utilizando el método FRAP, la bebida elaborada con cedrón, bugambilia, guayaba y mandarina presentó la mayor actividad antioxidante. Los resultados obtenidos indican que el consumo de una porción de 200 mL de cualquiera de las bebidas elaboradas contribuiría al consumo diario de antioxidantes recomendado por PREDIMED en 2013.

**Tabla 2.** Contenido de fenoles totales y actividad antioxidante.

Formulación	Contenido de fenoles totales	Método DPPH	Método FRAP
	mg EAG/100mL	mg Trolox/100mL	mg Fe <sup>2+</sup> /100mL
BR	844.74 <sup>c</sup> ± 3.29	464.64 <sup>b</sup> ± 3.96	426.12 <sup>c</sup> ± 1.04
BB	810.50 <sup>a</sup> ± 3.29	375.38 <sup>a</sup> ± 3.67	414.08 <sup>b</sup> ± 0.52
BM	831.43 <sup>b</sup> ± 5.70	547.49 <sup>c</sup> ± 3.98	434.86 <sup>d</sup> ± 2.57
BC	943.38 <sup>d</sup> ± 4.74	776.94 <sup>d</sup> ± 3.35	379.59 <sup>a</sup> ± 1.50

**BR, BC, BB, BM** indican bebidas desarrolladas. **Media ± Desviación estándar**; <sup>a,b,c,d</sup> letras diferentes indican diferencia significativa entre las muestras con una  $p < 0.05$ ; **EAG** equivalentes de ácido gálico; **DPPH** 2,2-difenil-1-picrilhidrazil; **FRAP** poder antioxidante reductor de hierro.

## Conclusiones



## IV Congreso en Tendencias en Ciencias de Alimentos y Desarrollo Tecnológico

### IV Congress on Trends in Food Science and Technology Development

---

El consumo de las bebidas elaboradas a partir de extractos de plantas medicinales, flores y frutas, representa una alternativa saludable a las existentes en el mercado y contribuiría a cubrir la ingesta diaria de antioxidantes sin aportar calorías.

#### Referencias

1. Padrón-Pereira, C.A., Padrón-León, G.M., Montes-Hernández, A., y Oropeza-González, R. (2010). Determinación del color en epicarpio de tomates (*Lycopersicon esculentum* Mill.) con sistema de visión computarizada durante la maduración. *Agronomía Costarricense*. 36(1): 97-111.
2. Martínez, T. E. (2015). Determinación de la composición fisicoquímica del capulín y su posible utilización como colorante natural con propiedades funcionales en la elaboración de productos alimenticios. (Tesis de pregrado). Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Hidalgo, México.
3. Jiménez, T. M. (2017). Las bebidas funcionales como respuesta a un consumidor cada vez más preocupado por su salud (Tesis de maestría). Universidad Pontificia Comillas. Madrid, España.



TC6

**Desarrollo y evaluación de un totopo a base de harina de amaranto (*amaranthus spp*) reventado y harina de arroz (*oryza sativa L*)**

K.R. Morales-Angel, y T.J. Jaime-Ornelas

Departamento de Salud Pública, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara, Camino Ramón Padilla Sánchez 2100 Nextipac, 45200 Zapopan, Jal.

Correo electrónico: dejesus.jaime@academicos.udg.mx

**Palabras clave:** Totopo, amaranto, arroz.

**Introducción**

La NOM-187-SSA1/SCFI-2002 define a las botanas como productos de pasta de harina de cereales o frutos entre otros, que estén fritos, horneados, explotados, cubiertos o tostados adicionados o no con sal o aditivos alimenticios [1]. En México la producción anual de botanas es de 22 mil 558 toneladas y el consumo per cápita de 5.3 kg. Debido al aumento de la obesidad y diabetes en la población mexicana, ha incrementado la demanda de productos “saludables” elaborados a partir de ingredientes naturales los cuales, se caracterizan por tener un bajo contenido de grasa [2]. El amaranto (*amaranthus spp*) es un pseudocereal cuyo grano reventado se usa para consumo humano. El reventado del grano se da cuando éste entra en contacto directo con una superficie caliente de entre 150 y 220 °C durante 10 a 25 segundos, así incrementa su volumen, mejora sus propiedades sensoriales y reduce el contenido de proteína (9% a 13%) respecto al grano crudo aunque incrementa la calidad de su proteína [3]. En México el consumo de arroz blanco ocupa el cuarto lugar en la dieta de las personas, después del maíz, frijol y trigo. Su producción anual es aproximadamente de 285,000 toneladas, pero el consumo anual nacional es de 740,000 toneladas, por lo que la mayor parte del arroz es importado [4]. Los productos derivados del arroz como la harina, aceite, fibra, fécula, entre otros estiman la producción y el valor económico del arroz. [5]. La harina de arroz es rica en antioxidantes, baja en grasas saturadas y fibra, por lo que se considera de fácil digestión. El objetivo de esta investigación es desarrollar y evaluar un totopo de harina de amaranto reventado y harina de arroz.

**Materiales y métodos**

La investigación se desarrolló en el Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CUCBA), en los laboratorios de Físicoquímica Alimentaria, Gastronomía e Inocuidad Alimentaria y Microbiología Alimentaria Departamento de Salud Pública. La harina de amaranto reventado y la harina de arroz se adquirieron en la distribuidora de harinas y cereales “mamá coneja “ ubicada en el centro de Guadalajara, Jalisco. Las formulaciones probadas se muestran en la tabla 1.

**Tabla 1.** Formulaciones evaluadas para desarrollar el totopo de harina de amaranto reventado y harina de arroz.

<b>Ingredientes</b>	<b>F1</b>	<b>F2</b>	<b>F3</b>
Harina de amaranto	33.3 %	24.0 %	14 %
Harina de arroz	33.3 %	38.0 %	50 %
Agua	33.3 %	38.0 %	36.0 %

El procedimiento para elaborar los totopos consistió en disminuir el tamaño de partícula de las harinas a 220µm. Posteriormente, las harinas se mezclaron en la proporción seleccionada con agua hasta formar una masa uniforme. La masa se laminó hasta obtener un espesor de 7mm y se cortó en forma triangular (3cm x



3cm x 4cm) para formar el totopo. Los totopos se deshidrataron, y después se separaron en dos partes; una parte fueron freídos con aceite de canola y centrifugados para eliminar el exceso de aceite y la otra parte se horneó. Posteriormente se enfriaron y envasaron en bolsas de celofán. Los totopos fueron analizados mediante pruebas sensoriales, fisicoquímicas y microbiológicas.

Evaluación sensorial: Muestras de totopos se evaluaron por 50 jueces no entrenados mediante una prueba hedónica con escala de 5 puntos donde 1 significó me disgusta mucho y 5 me gusta mucho. Los atributos evaluados fueron forma, color, olor, sabor y textura. 40 jueces evaluaron en la comunidad estudiantil y docente del CUCBA mientras que, las pruebas restantes se realizaron a trabajadores y estudiantes de la zona centro de Guadalajara. Para esta prueba, el totopo se ofreció acompañado de aguacate molido. Además, a los jueces se les cuestionó si comprarían el producto.

Evaluación fisicoquímica: Los totopos se caracterizaron mediante humedad (PROY-NOM-211-SSA1, 2002), cenizas (NMX-F-066-S, 1978), extracto etéreo (NMX-F-089-S, 1978), proteínas (NOM-F-68-S, 1980) y fibra (NMX-F-090-S, 1978). El análisis estadístico de los resultados se realizó con Microsoft Excel 2010.

### Resultados y discusión

De las formulaciones probadas, la F3 se eligió para el desarrollo de los totopos ya que la masa obtenida fue más moldeable, suave y fácil de manejar. Las otras formulaciones presentaron dificultades de manejo y al moldearse, por lo que no se formaban los totopos de manera uniforme. Los totopos fritos obtenidos con la F3, tuvieron forma triangular y color amarillo dorado característico de los totopos. De acuerdo con los jueces evaluadores, tienen un olor característico a harina y aceite con una nota ligera de amaranto. El sabor lo identificaron como característico de los totopos de maíz mientras que la textura la señalaron como dura y crocante. El atributo color fue el mejor evaluado en los totopos mientras que, la aceptación global de los totopos por parte de los jueces fue del 80.2% en promedio. Asimismo, el 82% de los jueces indicó que sí comprarían el producto, 16% no lo comprarían y el resto no saben si lo comprarían. El análisis fisicoquímico arrojó que los totopos tienen un contenido de humedad de 1.7% y materia seca 98.3% de la cual, 0.66% es ceniza, 9.5% proteína, 19.8% extracto etéreo y 4.1% de fibra. El aporte calórico por 100g de muestra fue de 311 kcal. Al comparar el totopo frito obtenido contra los totopos de una marca comercial, se encontró que para una porción de 30g los totopos comerciales aportan 151 Kcal mientras que los totopos de harina de amaranto y harina de arroz 93.3 kcal.

### Conclusiones

Se desarrolló un totopo frito a partir de harina de amaranto reventado y harina de arroz; el cual tiene forma triangular, color amarillo-dorado característico de las frituras; con sabor propio del amaranto, textura dura y crocante. Este totopo fué aceptado por el 80% de los evaluadores por sus características sensoriales. De acuerdo con los análisis fisicoquímicos, el totopo de harina de amaranto y harina de arroz aporta un contenido de carbohidratos y grasas menor al 25% del producto original de maíz y por ende tiene un menor aporte calórico respecto a otras botanas comerciales. Debido a lo anterior, el totopo de harina de amaranto reventado y harina de arroz se puede considerar como botana reducida en grasa y reducida en calorías, por lo que puede considerarse una botana saludable. Además, está libre de glúten lo que la convierte en una buena opción para los celíacos.

### Referencias

1. NOM-187-SSA1/SCFI-2002. Productos y servicios. Masa, tortillas, tostadas y harinas preparadas para su elaboración y establecimientos donde se procesan. Especificaciones sanitarias. Información comercial. Métodos de prueba.



## IV Congreso en Tendencias en Ciencias de Alimentos y Desarrollo Tecnológico

### IV Congress on Trends in Food Science and Technology Development

---

2. Amador Rodríguez K.Y., Pérez Cabrera L.E., Posadas Del Rio F.A., Chavéz Vela N.A, Martínez Guevara L.F. Evaluación de un totopo horneado de maíz azul con huitlacoche (*Ustilago Maydis*). Investigación y Desarrollo en Ciencias y Tecnología de Alimentos. 2016; 1(1): 792-797.
3. Morales Guerrero, J. C., Vázquez Mata, N., & Bressani Castignoli, R. (2014). El amaranto: características y aporte nutricional (No. 633.1 M828a). Trillas
4. Villarreal, L., Michel, E., & Meneses Yépez, M. M. Desarrollo de un plan de exportación de harina de arroz orgánico a Francia. [Tesis Doctoral]. Guayaquil, Universidad de Guayaquil; (2015).
5. Pizarro, S., Ronco, A. M., & Gotteland, M.  $\beta$ -glucanos: ¿qué tipos existen y cuáles son sus beneficios en la salud?. Revista chilena de nutrición. 2014; 41(4): 439-446.



TC7

### **Comparación nutrimental de barra de avena y frijol vs avena y garbanzo**

M. Cervantes-Medina, P.V. Navarro-Robles, J.A. Nuño-Virgen

Licenciatura de Nutrición, Centro Universitario UTEG, Av. Héroes Ferrocarrileros #1325 Col. La Aurora,  
Guadalajara, Jalisco, C.P. 44460,

Correo electrónico: navarro.val19@gmail.com

**Palabras clave:** Barra energética, Proteína de alto valor biológico, Leguminosas.

#### **Introducción**

Este proyecto surgió en las instalaciones del Centro Universitario UTEG Campus, con la finalidad de crear un producto innovador en la variedad de snacks energéticos existentes en el mercado. Por consiguiente decidimos crear una barra energética hecha a base de leguminosas, que combinada con un cereal genera una proteína de alto valor biológico cosa que otras barras no lo tienen debido a que son elaboradas a base de solo cereales. El alto valor biológico de una proteína depende de la composición de 2 aminoácidos indispensables que en este caso son la lisina que la contienen las leguminosas y la metionina que viene en la composición de los cereales, logrando así una alta disponibilidad de asimilación por el organismo.

Se compone en su mayoría de alimentos naturales tales como frijol o garbanzo, avena, pasas, entre otros más con lo que se busca obtener una opción más saludable en el mercado que a su vez aporte vitaminas como la B, omega 3 y fibra que se encuentran en la mayoría de los ingredientes y están presentes aun después de procesos térmicos y de conservación, que a su vez tienen beneficios para la salud, como la energía que proporcionan los carbohidratos, la fibra para la motilidad intestinal y el omega 3 como alfa-linoleico [1].

Las tendencias van más hacia un producto que por su composición sea más dulce, por lo que nuestra barra además del objetivo principal que es incrementar los niveles de energía de quien lo consume, combina una rica mezcla del sabor a chocolate para obtener una mejor palatabilidad y aceptación.

#### **Materiales y métodos**

Natural Bar fue elaborado con ingredientes naturales los cuales desde la recepción fueron analizados de que estuvieran en buenas condiciones, aparte de esto se les hizo una limpieza en caso de las leguminosas asegurándonos de quitar agentes físicos para asegurar la inocuidad del producto. Seguido a esto se procede con la cocción de las leguminosas a una temperatura aproximada de 100 a 110° C de 2 a 3 horas donde se eliminan algunos agentes bacteriológicos, después se les hace una deshidratación a estos mismos a una temperatura de 70°C de 3 a 4 horas.

A continuación, se hace la molienda de todos los ingredientes para realizar las mezclas en base a pesos establecidos y finalmente el mezclado de ellos. Al tener la mezcla lista se aplica un moldeado artesanal de un rectángulo para posteriormente pasar al horneado a 120°C de 20 a 30 min, posteriormente se dejó enfriar y se empaquetó. Durante todo el proceso se tomó en cuenta la NOM-251-SSA1-2009, Prácticas de higiene para el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios.

Finalmente se le realizaron estudios bromatológicos correspondientes, Los parámetros analizados fueron humedad (PROY-NOM-211-SSA1, 2002), cenizas (NMX-F-066-S, 1978), extracto etéreo (NMX-F-089-S, 1978), proteínas (NOM-F-68-S, 1980) y fibra (NMX-F-090-S, 1978) además de sodio (NMX-F-360-S-1981).

#### **Resultados y discusión**

Los resultados de los análisis bromatológicos con base en la modificación de la Norma Oficial Mexicana NOM-051-SCFI/SSA1-2010 respectivamente a cada una de las fórmulas de "Natural Bar" se presentan en



la Tabla 1 y Tabla 2. Al comparar ambas barras se encontró que la barra a base de frijol tiene mejor contenido nutrimental, ya que en una porción correspondiente a 40 g aporta 4,82 g de proteína y 158kcal de contenido energético en comparación a la barra de garbanzo con 4,43 g de proteína y 142 kcal. La barra a base de frijol tiene un menor contenido de grasas totales ya que la barra de garbanzo aporta 3,92 g y de sodio 151,28 mg versus la barra de frijol con 3,50 g de grasas totales y 48,72 mg de sodio habiendo una gran diferencia entre estas. Ambas barras contienen proteína de alto valor biológico, el aporte proteico de la barra de frijol es de 4,82 g y en garbanzo es 4,43 g a diferencia de las marcas reconocidas que tienen un rango de 2 a 8 g.

**Tabla 1.** Información nutrimental de Natural Bar.

Natural bar a base de frijol		Natural bar a base de garbanzo	
<b>Información nutrimental</b>		<b>Información nutrimental</b>	
Tamaño de porción	40 g	Tamaño de porción	40 g
Porciones por envase	3 porciones	Porciones por envase	3 porciones
Contenido energético	665 kJ 157,5 kCal	Contenido energético	594,35 kJ 141 kCal
Proteínas	4,82 g	Proteínas	4,43 g
Grasas totales	3,50 g	Grasas totales	3,92 g
Grasa saturada	0,66 g	Grasa saturada	0,63 g
Carbohidratos	26,68 g	Carbohidratos	24,84 g
Azúcares	22,00 g	Azúcares	22,00 g
Fibra	1,40 g	Fibra	1,66 g
Sodio	48,72 mg	Sodio	151,28 mg

## Conclusiones

Todo lo disponible respecto a los beneficios otorgados por este snack se puede corroborar por la evidencia científica valorada y con base a los resultados de los estudios bromatológicos. Cabe destacar que en cuanto a la comparación de ambas barras, la elaborada a base de frijol tiene mejor contenido nutrimental por lo que se recomienda más su consumo. Este producto tiene la función de ayudar en el entrenamiento del consumidor hablando de que sea activo, así como también a dar un extra de energía a quien lo necesite. Esta barra energética no es apta para personas con obesidad o que no lleven en su vida la variable de actividad física ya que al no llevar este hábito podría incrementar la patología debido al aporte calórico que tanto afecta al país. Sin embargo, al consumirse en sus debidas porciones recomendadas no implica efectos negativos a la salud.

## Referencias

1. Castellanos, L., & Rodríguez, M. El efecto de omega 3 en la salud humana y consideraciones en la ingesta. *Revista Chilena de Nutrición*. 2015; 42 (1): 90-95.
2. Almeida, K., Fernandez, F., Teles, G., & Guzmán, M. Efecto de la semilla de linaza (*Linum Usitatissimum*) en el crecimiento de ratas wistar. *Revista Chilena de Nutrición*. 2013; 35 (4): 443-451.
3. Duran, S., Reyes, S., & Gaete, M. Aporte de vitaminas y minerales por grupo de alimentos en estudiantes universitarios chilenos. *Nutrición Hospitalaria*. 2013; 28 (3): 830-838.
4. Gippini, A., & Prado, A. Guía ESC/ESH 2018 sobre el diagnóstico y tratamiento de la hipertensión arterial. *Rev. Esp. Cardiología*. 2018; 72 (2): 160-178.
5. Parra, R. Lactosuero: importancia en la industria de alimentos. *Rev. Nac. Agron. Medellín*. 299; 62 (1): 4967-4982.



TC8

#### Salchicha de pollo, chía y harina de *Tenebrio molitor* como alternativa en alimentación

M. Ávila- Martínez<sup>1</sup>, M. Rosas- Covarrubias<sup>2</sup>, D. Romo-Ramírez<sup>3</sup> y C. Zamora- Rodríguez<sup>4</sup>.

<sup>1</sup>Academia de Bioquímica, Genética y Tecnología de Alimentos, Centro universitario UTEG, Av. Héroes Ferrocarrileros 1325, La Aurora, 44460, Guadalajara Jal., Yesenia Francisco Montes codirector Juan Rivas Miranda

Correo electrónico: yesenia.francisco@uteg.edu.mx

**Palabras clave:** Proteína, Omegas y Tenebrio.

#### Introducción

La nutrición cuenta con un papel elemental dentro del ámbito deportivo, su objetivo es aportar la cantidad de energía apropiada y otorgar los nutrientes necesarios para reparar los tejidos y regular el metabolismo corporal [1]. Las proteínas desempeñan un papel fundamental en la práctica deportiva ya que potencializan entre un 5 y un 10 % del total energético utilizado, si esta es obtenida por medio de una alimentación equilibrada y adecuada a la actividad desarrollada, tiempo y vigor desempeñado, las proteínas formarían parte de la síntesis de proteínas en el músculo [2], por ello una alternativa sugerida para los deportistas que requieren consumir altos niveles de proteína es obtener proteínas del *Tenebrio Molitor*, mejor conocido como gusano de la harina que en su etapa de larva, contiene proteínas de valor en el ámbito deportivo como Alanina, Leucina, Serina y Tirosina. El objetivo de este trabajo fue desarrollar una salchicha con alto contenido de proteína a base de carne de pollo, semilla de chía y harina de *Tenebrio Molitor*.

#### Materiales y métodos

La elaboración de la salchicha fue basada en la NOM-251-SSA1-2009 para garantizar la inocuidad e higiene del producto, la preparación y sacrificio del *Tenebrio* se basó en la NOM-033-SAG/ZOO-2014. Para la obtención de la harina de tenebrio, los gusanos se deshidrataron a 60°C durante 40 minutos y posteriormente se molieron en el Nutribullet junto con la chía hasta quedar en polvo fino. Por su parte, el pollo fue lavado, licuado y mezclado con la harina el resto de los ingredientes y colocado dentro de una tela delgada para alimentos curados. La salchicha así formada, se cocinó durante 60 minutos a 80°C. A las salchichas se les realizó el estudio bromatológico para determinar los nutrientes presentes en esta. Los parámetros analizados fueron humedad (PROY-NOM-211-SSA1, 2002), cenizas (NMX-F-066-S, 1978), extracto etéreo (NMX-F-089-S, 1978), proteínas (NOM-F-68-S, 1980) y fibra (NMX-F-090-S, 1978) además de sodio (NMX-F-360-S-1981).

#### Resultados y discusión

En la tabla 1 se observan los resultados del análisis bromatológico de la salchicha de carne de pollo, harina de tenebrio y semilla de chía por cada 100g. De acuerdo con estos, la salchicha presentó un contenido de sodio 970mg, cantidad similar a los productos; sin embargo, se tienen 15.71g de proteínas provenientes del pollo y *Tenebrio* destacando los aminoácidos Alanina, Leucina, Serina y Tirosina, cantidad superior a otros productos similares se encuentran en el mercado y los cuales reportan 10g de proteína en promedio. Otro nutriente destacado en la salchicha es la fibra, cuenta con 2.18g obtenida de la Chía que al comparar con marcas reconocidas de salchichas de pollo, éstas no reportan fibra. Por lo tanto, la salchicha de carne de pollo, harina de tenebrio y semilla de chía cuenta con un contenido nutrimental importante ya que las proteínas obtenidas del gusano y el pollo complementan las pérdidas al momento de exponerse al calor. Otro nutriente a destacar es el contenido de ácidos grasos de los cuales, el omega 3 o ácido linolénico y el omega 6 o ácido linoleico provenientes de la Chía ya que las marcas en venta no los contienen. Estos ácidos grasos considerados esenciales, brindan diversos beneficios para la salud pero en el lado deportivo ayudan



al mejoramiento de fluidez de la membrana, es decir prevenir la inflamación causada por fatiga muscular [3].

**Tabla 1.** Información Nutricional de la salchicha elaborada con carne de pollo, harina de tenebro y chíá.

Información nutrimental	
Tamaño de la porción	100 g
Porciones por envase	3.2
Contenido energético	499 Kj 118.3 kCal
Proteínas	15,71 g
Grasas totales	3,03 g
Grasas saturados	1,18 g
Carbohidratos (hidratos de carbono)	7,04 g
Azúcares	2,50 g
Fibra Dietética	2,18 g
Sodio	940 mg

### Conclusiones

Se formuló una salchicha con alto contenido de proteína, fibra y ácidos grasos insaturados los cuales, dieron origen a un alimento funcional con enfoque para deportistas. El consumo de la salchicha es recomendada ya que los nutrientes que aportan los ingredientes primarios, particularmente la harina de tenebrio son favorables para el consumidor debido a que las cantidades arrojadas por el estudio bromatológico indican que la cantidad de sodio se encuentra en el promedio, por otro lado el contenido proteico está posicionado en niveles altos en comparativa con los productos en el mercado, a su vez brinda un contenido de fibra y ácidos grasos omega 3 y 6 ya que ninguna salchicha comercial l público lo contiene.

### Referencias

1. Olivos C, Cuevas A, Álvarez V, Jorquera C. Nutrición para el entrenamiento y competición. REV.MED.CLIN.CONDES-2012;23(3)253-261
2. CIO (Comité Olímpico Internacional) (2012). Nutrición para deportistas. de Gobierno de Aragón sitio web: [http://deporte.aragon.es/recursos/files/documentos/doc-areas\\_sociales/deporte\\_y\\_salud/guia\\_nutricion\\_deportistas.pdf](http://deporte.aragon.es/recursos/files/documentos/doc-areas_sociales/deporte_y_salud/guia_nutricion_deportistas.pdf)
3. González, J (2010). Nutrición y ejercicio físico. En: Gil, A. (ed.). Tratado de Nutrición (pp. 931-971). Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana
4. NORMA Oficial Mexicana NOM-251-SSA1-2009, Prácticas de higiene para el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios, 10/octubre /2008 de SEGOB Sitio web: <http://www.dof.gob.mx/normasOficiales/3980/salud/salud.htm>
5. NORMA Oficial Mexicana NOM-033-SAG/ZOO-2014, Métodos para dar muerte a los animales domésticos y silvestres. 26/08/2015, de SEGOB Sitio web: [http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5405210&fecha=26/08/2015](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5405210&fecha=26/08/2015)



TC9

### **Tortilla fortificada, alternativa funcional en la alimentación**

A. Alvarado-Ramírez

Licenciatura en Nutrición, Universidad Antropológica de Guadalajara (UNAG). Av. De la Paz 2873, Arcos Sur, 44130 Guadalajara, Jal.

Correo electrónico: amar1075@hotmail.com

**Palabras clave:** Ácidos grasos, fibra, nutrición.

#### **Introducción**

En la actualidad la población mexicana ha aumentado el consumo de alimentos procesados teniendo un fuerte impacto en la salud, ocasionando graves enfermedades como diabetes, hipertensión arterial, insuficiencia renal, enfermedades cardiovasculares, dislipidemias, problemas gastrointestinales y más.

La tortilla de maíz es el alimento de mayor consumo entre los mexicanos y en este proyecto se le ha dado un enfoque diferente como alimento-medicina, tomando en cuenta principalmente, la población que sufren de problemas gastrointestinales y dislipidemias, ya que esta fortificada con acelgas, fuente rica en fibra, beneficiando al tránsito intestinal. También contiene la semilla de chía, considerada un superalimento ya que esta pequeña semilla contiene ácidos grasos, fibra, antioxidantes, vitaminas, y otros componentes. La fibra ayuda a regularizar el tránsito intestinal, baja los niveles de los lípidos, baja los niveles de glucosa en sangre entre otros beneficios. También ayuda a que el peso corporal disminuya y los niveles de lipoproteínas de alta densidad (HDL) se eleven. es una fuente importante de ácidos grasos como el omega3, ayudando a la disminución de colesterol. Los ácidos grasos como el omega 3 desempeñan un papel muy importante en las enfermedades coronarias ya que su efecto antiinflamatorio, antitrombótico y acción antiarrítmica previenen la adherencia de plaquetas en las arterias, baja los niveles de triglicéridos (TG), así como los de colesterol total y las lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL) [2]. El cacahuete es una legumbre que se emplea como fuente de ácidos grasos los cuales, exhiben propiedades antioxidantes [3].

La acelga es una hortaliza de hoja verde que contiene un alto aporte hierro y fibra, favoreciendo el tránsito intestinal, ayuda a combatir la anemia, previene una variedad de enfermedades cardiovasculares y cerebrovasculares. La avena es un cereal con un aporte importante de fibra gracias a los beta-glucanos que contiene los cuales, retrasan el vaciamiento gástrico y ralentizando los procesos digestivos, así como también ayuda a bajar los niveles de colesterol [1]. El objetivo del trabajo es desarrollar tortillas fortificadas con semilla de chia, acelgas, avena y cacahuete para tener una alternativa en la alimentación y mejorar la salud de la población mexicana.

#### **Materiales y métodos**

##### **Elaboración de la tortilla fortificada**

Se seleccionaron los ingredientes masa de maíz nixtamalizado, avena, acelga, cacahuete, chia y sal. Las acelgas se lavaron y desinfectaron. Posteriormente, se molieron todos los ingredientes para incorporarse a la masa de maíz y mezclarse hasta formar una masa uniforme. Posteriormente se tomó una pequeña porción de la masa y se amasó hasta formar una bola. La bola se colocó sobre la máquina de tortear abierta para después cerrarla y aplicar presión. Obtenida la tortilla, se cocinó sobre la superficie de un comal a temperatura media, cuidando la humedad de la tortilla para obtener una textura suave, similar a la tortilla convencional de maíz. Mediante la tabla de equivalentes químicos, se determinó el contenido nutrimental de las tortillas obtenidas.



### Resultados y discusión

De acuerdo con los resultados, las tortillas obtenidas al mezclar masa de maíz nixtamalizado, chia, acelga, avena y cacahuete son un producto funcional tal como se aprecia en la tabla 1. Ésta tortilla está libre de conservadores y aporta un 19% de fibra con respecto al IDR así como el 54% de omega 3. Esta tortilla tiene una distribución adecuada de macronutrientes como lo indica la FAO y OMS (tabla 2).

**Tabla 1.** Información Nutricional de la tortilla de maíz fortificada con chia, acelga, avena y cacahuete.

Tamaño porción g	25	
Porciones por envase	20	
cantidad por porción		
Contenido energético	293,17	kJ
	69,491	(Kcal)
Proteínas	2,42g	
Grasas	1,73 g	
Grasas saturadas	0,13 g	
Omega 3	0,3 g	
Carbohidratos	11,06 g	
Azúcares	1,98 g	
Fibra	1,31 g	
Sodio	8,22 mg	

**Tabla 2.** Distribución de macronutrientes de la tortilla de maíz fortificada con chia, acelga, avena y cacahuete.

Macronutriente	Porcentaje (FAO)	Porcentaje obtenido
Proteínas	10 – 15	14.02
Lípidos	15- 30	22.56
H. Carbono	50 – 60	64.11

### Conclusiones

El aporte de los diferentes alimentos mencionados a la masa de maíz nixtamalizado para la elaboración de la tortilla fortificada, favorece no solo las necesidades de los macronutrientes que se requieren al día, sino que también ayuda a mejorar el estado nutricional gracias a su aporte de ácidos grasos. Es posible que la tortilla fortificada no tenga un efecto farmacológico, ya que se requieren de controlar la ingesta de otros alimentos para la obtención de una buena salud.

### Referencias

1. Aránzazu, A., & Rosa, O. Efectos del consumo del beta-glucano de la avena sobre el colesterol. Revista Española de Nutrición Humana y Dietética, 2016;20(2):127-139
2. Catherine, C., Mirza, G., Mariel, M., Rebeca, M., & Olivia, T. La chía como súper alimento. Medigraphic, 2017;12(1):18-24
3. Raquel, L., & Jessica, U. Propiedades antioxidantes de los frutos secos y la disminución del colesterol total y LDL-colesterol. Revista Costarricense de Salud Pública, 2012; 21(2):87-91



## **IV Congreso en Tendencias en Ciencias de Alimentos y Desarrollo Tecnológico**

### **IV Congress on Trends in Food Science and Technology Development**

---

4. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). Macronutrientes: carbohidratos, grasas y proteínas. Nutrición humana en el mundo en Desarrollo, 2002. Disponible en: <http://www.fao.org/3/w0073s/w0073s0d.htm#TopOfPage>.



TC10

**Elaboración y evaluación de un pan de caja con harina integral de trigo y frijol negro  
(*Phaseolus vulgaris*)**

M. Benitez-Serrano, M. Nayares-Gómez y T. Jaime-Ornelas

Licenciatura en Ciencia de los Alimentos, Departamento de Salud pública, CUCBA, Universidad de Guadalajara.  
Camino Ramón Padilla Sánchez N°2100. Nextipac, Zapopan, Jalisco, C.P. 45110.

Correo electrónico: benitezynayares@gmail.com

**Palabras clave:** frijol negro, pan de caja, proteína.

**Introducción**

El pan es el resultado de la cocción en horno de una masa fermentada constituida por harina de trigo, agua potable, levadura, azúcar, sal, entre otros ingredientes seleccionados dependiendo el tipo de pan a realizar. El pan de caja se encuentra a diario en la dieta de los mexicanos, por ser de fácil consumo y acceso. Sin embargo, su consumo (33.5kg per-capital) es menor al recomendado (90kg per-capital) [1].

El frijol (*Phaseolus vulgaris*), es el tercer cultivo más destacado de leguminosas en el mundo después de la soya y el cacahuete, su forma más habitual de consumo es cocido o frito. Es importante la cantidad de proteínas que contiene sin embargo, carecen de ciertos aminoácidos como la metionina y la cisteína, pero en combinación con los cereales, lo hacen un alimento rico en proteína de alta calidad [2 y 3].

Actualmente la preferencia de panes integrales ha incrementado debido a que los consumidores cada vez más demandan alimentos de mejor calidad y con alto contenido nutricional, por lo que la industria de la panificación ha tomado interés en la elaboración de panes funcionales que se adapten a las necesidades de la población, incluyendo granos integrales, frutos secos, leguminosas, entre otros [3]. En este trabajo se buscó obtener un pan funcional, utilizando la proteína del trigo integral y la del frijol negro para complementar sus aminoácidos y así, obtener una proteína de mejor calidad. El objetivo de esta investigación fue elaborar y evaluar un pan de caja con harina integral y frijol negro.

**Materiales y métodos**

En la elaboración del pan se utilizó harina integral de trigo y harina de frijol negro obtenida en el laboratorio de Gastronomía del CUCBA. Las harinas se mezclaron con huevo, aceite, sal, aceite y levadura disuelta en agua con piloncillo para fermentar durante 1h y posteriormente hornear durante 40 minutos a 180°C. El pan obtenido se evaluó sensorialmente mediante una prueba subjetiva de aceptación con escala hedónica de 5 puntos donde 1 significa me disgusta mucho y 5 me gusta mucho. En dicha prueba participaron 100 jueces no entrenados de ambos sexos quienes evaluaron los atributos de color, olor, sabor y textura de una muestra con forma de prisma rectangular (2 cm x2cm x 5 cm) de pan de harina de trigo y frijol negro.

Posteriormente, el pan fue caracterizado fisicoquímicamente mediante los parámetros de humedad (PROY-NOM-211-SSA1, 2002), cenizas (NMX-F-066-S, 1978), extracto etéreo (NMX-F-089-S, 1978), proteínas (NOM-F-68-S, 1980); fibra (NMX-F-090-S, 1978) y pH (NMX-F-317-S-1978). Con los resultados obtenidos se calculó el contenido nutricional y se comparó con el obtenido teóricamente de acuerdo con el Sistema Mexicano de Alimentos Equivalentes. Los datos obtenidos se emplearon para comparar nutricionalmente el pan de harina integral y harina de frijol con 2 panes integrales del mercado nacional y extranjero. La calidad microbiológica del pan se determinó mediante la cuantificación de coliformes totales, mesófilos aerobios, mohos y levaduras. Los resultados se reportaron como UFC/g de pan.



#### Resultados y discusión

El pan de harina integral y harina de frijol negro presentó un color café oscuro opaco, olor agradable y suave a cereal además de un sabor característico a pan y frijol con textura fibrosa. Al cortar el pan se obtuvieron rebanadas de 2 cm de grosor por 12 cm de largo y 10 cm de ancho.

En la evaluación sensorial del pan de harina integral y harina de frijol negro, el atributo con mayor aceptación por los jueces fue el sabor (4.48), seguido por el olor (4.32), el color (4.26) y la textura (4.18). El promedio de aceptación global fué de 89% colocando al pan dentro de la escala de “me gusta”. El pan de harina de trigo integral con frijol negro presentó un contenido de proteína de  $9.91\text{g} \pm 0.29\text{g}$ , fibra de  $2.06\text{g} \pm 0.06\text{g}$ ; grasa de  $9.49 \pm 0.0$ , extracto libre de nitrógeno de  $50.73\text{g}$  y ceniza  $2.21 \pm 0.04\text{g}$  por cada 100g de muestra. Por su parte, el pH se ubicó dentro del rango de  $5.59 \pm 0.01$ .

Al comparar el contenido nutrimental del pan de harina integral y harina de frijol negro con otras marcas comerciales de pan integral y pan de leguminosas, el pan elaborado con harina de frijol negro tuvo un menor contenido calórico debido a que contiene menos lípidos; además de menor contenido de cenizas y sobretodo de sodio, respecto a los panes de marca comercial.

De acuerdo con los análisis microbiológicos, se encontraron  $<1$  UFC/g de pan para los microorganismos indicadores (coliformes totales, mesófilos aerobios, mohos y levaduras) por lo que, el pan de harina de trigo y harina de frijol negro se encuentra por debajo de los límites máximos establecidos por la NOM-147-SSA1-1996.

#### Conclusiones

Se obtuvo un pan de harina integral y harina de frijol negro con características de un pan de caja el cual, fue aceptado por el 89% de los jueces evaluadores quienes lo clasificaron con un “me gusta”. Éste pan presenta un contenido de fibra superior así como un menor contenido de grasa y sodio respecto a otras marcas comerciales de pan integral y de pan de leguminosas. El pan obtenido cumple con los límites microbiológicos por la normatividad mexicana y es apto para su consumo.

#### Referencias

1. Hernández ÁG. Libro blanco del pan. Madrid: Ed. Médica Panamericana.; 2015. p. 1-4.
2. Flores ML. El cultivo de frijol en México. Revista digital universitaria. 2015; Vo.16 no°2.
3. Rosell CM, Brites CM, Pérez E, Gularte M. De tales harinas tales panes, granos, harinas y productos de panificación en Iberoamérica. Argentina: Editorial Córdova; 2007.
4. Pérez AB, Palacios B, Castro AL. Sistema Mexicano de Alimentos Equivalentes. México: Editorial Ogali 4ta ed: 2014.
5. Wittig E. Evaluación sensorial: Una metodología actual para tecnología de alimentos. Edición digital Universidad Valenciana. Chile: 2001 pp. 23-26.



**IV Congreso en Tendencias en Ciencias de Alimentos y Desarrollo Tecnológico**  
IV Congress on Trends in Food Science and Technology Development

se terminó de imprimir  
en diciembre de 2019  
en los talleres gráficos  
de Amateditorial, S.A. de C. V.  
Prisciliano Sánchez 612, Colonia Centro  
Guadalajara, Jalisco  
Tel.: 36120751 / 36120068  
amateditorial@gmail.com  
www.amateditorial.com.mx  
Edición al cuidado de los autores

