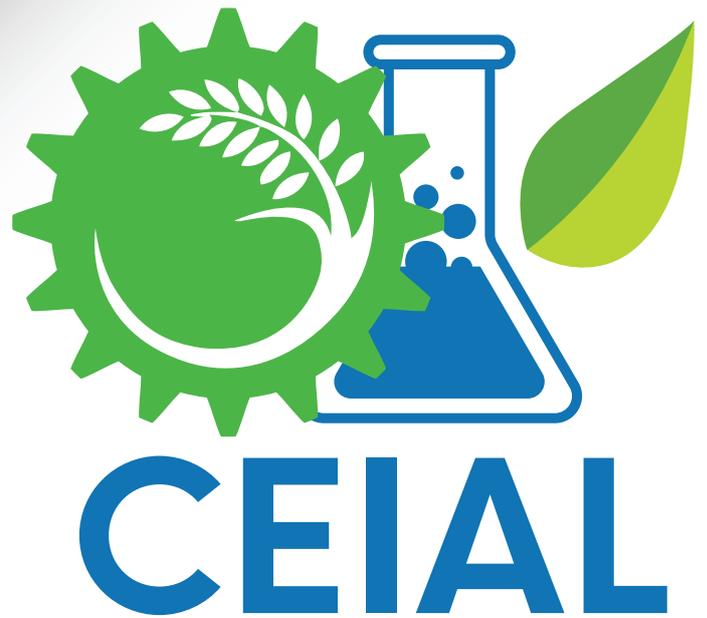


espol



# Memorias del VIII Congreso Ecuatoriano de Ingeniería en Alimentos

Del 30 de noviembre al 2 de diciembre 2022

## Memorias del VIII Congreso Ecuatoriano de Ingeniería en Alimentos (CEIAL)

Libro de resúmenes de trabajos presentados en el  
VIII CEIAL  
realizado el 30 de noviembre al 2 de diciembre de 2022  
en la Escuela Superior Politécnica del Litoral,  
Guayaquil, Ecuador.

Organizado por:

Carrera de Ingeniería en Alimentos de la ESPOL

Editores:

Dr. Rómulo Salazar González

Dra. Fabiola Cornejo Zúñiga

Escuela Superior Politécnica del Litoral  
Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción  
Carrera de Ingeniería en Alimentos  
Guayaquil, Ecuador.

ISBN: 978-9942-42-851-6



Memorias del VIII Congreso Ecuatoriano de Ingeniería en Alimentos (CEIAL) por [Escuela Superior Politécnica del Litoral \(ESPOL\)](#) se distribuye bajo una [Licencia Creative Commons Atribución- NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](#).

La versión digital ha sido acreditada bajo la licencia Creative Commons 4.0, CC BY-NY-SA: Reconocimiento- No comercial- Compartir igual; la cual permite: copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra, mientras se reconozca la autoría original, no se utilice con fines comerciales y se permiten obras derivadas, siempre que mantenga la misma licencia al ser divulgada. Noviembre, 2022.

## PRESENTACIÓN

En la ciudad de Guayaquil, Ecuador, del 30 de noviembre al 2 de diciembre del 2022 se realizó el VIII Congreso Ecuatoriano de Ingeniería en Alimentos (CEIAL) y XVIII Jornadas de Ciencia y Tecnología de Alimentos, en el Campus Gustavo Galindo de la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL). La organización de estos eventos estuvo bajo la responsabilidad de la Carrera de Ingeniería en Alimentos de la Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción de la ESPOL.

El objetivo del VIII CEIAL fue difundir los avances del conocimiento en el ámbito de la ciencia e ingeniería de alimentos, en las áreas temáticas de:

- Ingeniería e innovación para el procesamiento de alimentos
- Estructuración de alimentos
- Alimentos funcionales y nutrición
- Envases y Embalajes para alimentos
- Bioprocesos alimentarios
- Inocuidad alimentaria
- Economía circular alimentaria y sostenibilidad

En las XVIII Jornadas de Ciencia y Tecnología de Alimentos se realizaron dos talleres prácticos destinados a estudiantes de pregrado.

De esta forma, estos eventos se constituyeron en una oportunidad para la actualización de conocimientos, el aprendizaje, el intercambio de ideas, el establecimiento de vínculos y colaboración entre los diferentes actores de la industria alimentaria nacional.

El VIII CEIAL contó con 8 conferencias magistrales, 23 presentaciones orales y 28 posters. Por tanto, con mucho gusto invitamos a revisar los resúmenes de los trabajos presentados en este evento, que contienen importantes avances científicos y tendencias que seguramente serán de utilidad a profesores, investigadores, académicos, profesionales, estudiantes y empresarios del área relacionada con la ciencia e ingeniería de los alimentos.

Esperamos que este documento se constituya en un valioso aporte a la difusión del conocimiento generado en las Universidades y Escuelas politécnicas que trabajan en el área de la industria alimentaria.

Atentamente,

Cómité Organizador

# AGENDA DEL VIII CONGRESO ECUATORIANO DE INGENIERIA EN ALIMENTOS

## Día 1: 30 de noviembre 2022

HORA	ACTIVIDAD
7:30-8:30	Inscripción. Edificio STEM, ESPOL.
8:30-9:00	Inauguración
9:00-9:50	<b>Conferencia Plenaria 1:</b> Physical properties of food materials in foods applications. Alejandro Marangoni, PhD. University of Guelph, Canadá.
9:50 -10:40	<b>Conferencia Plenaria 2:</b> Pseudocereales, el alimento del futuro. Claudia Mónica Haros, PhD. IATA-CSIC, España.
10:40 -11:30	<b>Presentación de Pósteres Científicos.</b> (Refrigerio)
11:30-12:30	<b>Comunicaciones Orales 1:</b> Estructuración de alimentos, ingeniería e innovación para el procesamiento de alimentos
11:30-11:50	Evaluación del contenido de proteína, tiamina, riboflavina, perfil de textura y propiedades sensoriales de tallarines suplementados con harina de moringa germinada. Karin Coello, PhD. ESPOL, Ecuador.
11:50-12:10	Estudio QSPR de los índices de retención de compuestos orgánicos volátiles del café. Cristian Rojas, PhD. UDA, Ecuador.
12:10-12:30	Síntesis ecológica de tensioactivos para su aplicación como agentes de limpieza y biocontrol inspirados en la naturaleza. Jonathan Coronel, PhD. ESPOL, Ecuador
12:30-14:30	<b>Almuerzo</b>
14:30 -15:20	<b>Conferencia Plenaria 3:</b> Innovación en un alimento tradicional: aplicación de ingeniería reversa en la producción de pan. Cristina Molina Rosell, PhD. University of Manitoba, Canadá.
15:20-16:20	<b>Comunicaciones Orales 1:</b> Estructuración de alimentos, ingeniería e innovación para el procesamiento de alimentos
15:20-15:40	Efecto del complejo amilosa-lípido sobre las propiedades fisicoquímicas del arroz durante el almacenamiento en condiciones controladas. Ing. María Garófalo. ESPOL, Ecuador.
15:40-16:00	Diseño de un secador de cacao con adaptación de energía fotovoltaica para reducción del consumo energético. Emérita Delgado, PhD. ESPOL, Ecuador.
16:00-16h20	<b>Presentación del proyecto CREA – Rikolto</b>
16:20 -17:00	<b>Mesa Redonda 1:</b> Fortalecimiento de la relación empresa – academia a través de la investigación científica en el Ecuador.
17:00-18:00	<b>Coctel de Bienvenida</b>

## AGENDA DEL VIII CONGRESO ECUATORIANO DE INGENIERIA EN ALIMENTOS

### Día 2: 1 de diciembre 2022

HORA	ACTIVIDAD
7:30-8:00	Instalación e Inscripción. Edificio STEM, ESPOL.
8:00-8:50	<b>Conferencia Plenaria 4: La inocuidad alimentaria:</b> ¿Cuáles son nuestros problemas y cuánto nos cuesta realmente? Juan Manuel Cevallos, PhD. Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador.
8:50-9:40	<b>Conferencia Plenaria 5:</b> Biorefinería en la industria agroalimentaria. Jenny Ruales, PhD. Escuela Politécnica Nacional, Ecuador.
9:40-10:40	<b>Comunicaciones Orales 2:</b> Inocuidad alimentaria.
9:40-10:00	Evaluación de la eficiencia de herramienta educativa para mejorar los conocimientos, actitudes y prácticas de inocuidad de los alimentos e higiene personal en una población de Guayaquil-Guayas. Ing. Lisette Augurto. ESPOL, Ecuador.
10:00-10:20	Actividad antibiofilm de mieles de abejas sin aguijón nativas de Ecuador (tribu: meliponini) sobre patógenos multirresistentes. Sr. Fausto Cabezas. USFQ, Ecuador.
10:20-10:40	¿Ha cambiado la inocuidad de los alimentos en 40 años? Caso estudio: Cuenca, Ecuador. Silvia Ortiz, PhD. U Cuenca, Ecuador.
10:40 -11:30	<b>Presentación de Pósteres Científicos.</b> (Refrigerio)
11:30-12:30	<b>Comunicaciones Orales 2:</b> Inocuidad alimentaria
11:30-11:50	Efecto del plasma frío en la descontaminación de la pudrición de corona de banano Cavendish. Ing. Denisse Yagual. ESPOL, Ecuador
11:50-12:10	Risk analysis assessment of high demand food from three major cities in Ecuador. Enrique Salazar, PhD. Universidad Técnica de Babahoyo, Ecuador.
12:10-12:30	Inactivación de un sustituto de coronavirus en material de empaque de alimentos, utilizando agua activada por plasma (PAW) producida mediante un tratamiento con plasma atmosférico no térmico de alto voltaje (HAVCP). MSc. Andrea Ortega. ESPOL, Ecuador.
12:30-14:30	<b>Almuerzo</b>
14:30 – 14:50	Evaluación de bioconservantes como sustitos a preservantes sintéticos en elaboración de chorizo crudo. Janeth Proaño, PhD. UDLA, Ecuador.
14:50-15:10	Extractos vegetales con potencial uso como antifúngico. Marco Lazo, PhD. UDA, Ecuador.
15:10 – 16:00	<b>Conferencia Plenaria 6:</b> Eco-design of packaging: A challenge for the supply chain of food. Sandra Domenek, PhD. Université Paris-Saclay, INRAE, AgroParisTech, Francia.
16:00 – 17:00	<b>Comunicaciones Orales 3:</b> Envases y Embalajes para alimentos
16:00 – 16:20	Hierarchical materials based on nanocellulose and Poly(lactic acid). Manon Guivier, PhD., Université Paris-Saclay, INRAE, AgroParisTech, Francia.
16:20 – 16:40	Prosane®, the coating of tomorrow: an ecological solution that extends the conservation of fruits and vegetables and fights against food waste and plastic packaging. Paul Malfoy, PhD. PROTEME – Francia.
16:40 – 17:00	Evaluación de propiedades antioxidantes y antimicrobianas de películas activas de pla/aceite esencial de orégano tratadas con plasma frío. Ing. Wilfrido Terán. ESPOL, Ecuador.

## AGENDA DEL VIII CONGRESO ECUATORIANO DE INGENIERIA EN ALIMENTOS

### Día 3: 2 de diciembre 2022

HORA	ACTIVIDAD
7:30-8:00	Instalación e Inscripción. Edificio STEAM, ESPOL.
8:00-8:50	<b>Conferencia Plenaria 7:</b> Optimización de procesos y componentes estructurales para el control de reacciones químicas en alimentos. María Corradini, PhD. University of Guelph, Canadá.
8:50-9:40	<b>Conferencia Plenaria 8:</b> Ensure translation of scientific principles into food product development. Lisa Lamothe. PhD. Nestlé S.A., Suiza.
9:40-10:40	<b>Comunicaciones Orales 4:</b> Alimentos funcionales, nutrición y Bioprocesos alimentarios.
9:40-10:00	Efecto de la adición de micro encapsulado de aceite de Sacha Inchi ( <i>Plukenetia volubilis</i> ) y Chía ( <i>Salvia hispánica</i> ) en el tiempo de vida útil de un suplemento alimenticio. Ing. Arturo Basantez. UTA, Ecuador.
10:00 -10:20	Efectos de la adición de salvado de arroz estabilizado en las propiedades fisicoquímicas y funcionales del pan. Ing. Cindy Espinales. ESPOL, Ecuador.
10:20 -10:40	Extracción, propiedades tecno-funcionales y composición de fibra dietética extraída de cáscara de mango ( <i>Mangifera indica l.</i> ) y guanábana ( <i>Annona muricata</i> ) con agua como solvente principal. Ing. Villacís-Chiriboga. EPN, Ecuador.
10:40 -11:30	<b>Presentación de Posters Científicos.</b> (Refrigerio)
11:30-12:30	<b>Comunicaciones Orales 4:</b> Alimentos funcionales, nutrición y Bioprocesos alimentarios.
11:30-11:50	Contenido total de polifenoles, capacidad antioxidante y ácido fítico en panes de molde formulados con harinas de kiwicha y cañihua germinada. Wilson Simpalo, PhD. Universidad Nacional del Santa, Perú
11:50-12:10	Efecto de la germinación de maíz morado en la calidad de pan de molde. María Gabriela Vernaza, PhD. USFQ, Ecuador.
12:10-12:30	Alimentos procesados: Detalle y contenido de grasas. Maritza Castillo, PhD. UTPL, Ecuador.
12:30-13:30	<b>Evento de clausura del CEIAL 2022.</b>

## **COMITÉ ORGANIZADOR**

Dra. Fabiola Cornejo  
Dr. Rómulo Salazar  
Dra. Ximena Yépez  
MSc Danny Tagle  
Dr. Jonathan Coronel  
Msc. Priscila Castillo  
MSc. Galo Chuchuca  
MSc Diana Coello  
Dra. Karin Coello  
Dr. Patricio Cáceres

## **COMITÉ CIENTÍFICO**

Dr. Rómulo Salazar (ESPOL)  
Dra. Fabiola Cornejo (ESPOL)  
Dra. Ximena Yépez (ESPOL)  
Dr. Jonathan Coronel (ESPOL)  
Dr. Sócrates Palacios (ESPOL)  
Dr. Marco Lazo (UDA)  
Dra. Gabriela Vernaza (USFQ)  
Dr. William Calero (UTA)  
MSc. Ruth Martínez (UTPL)  
Dra. Jenny Ruales (EPN)  
Dra. Johana Ortiz (UC)

Los trabajos presentados en el VIII CEIAL se sometieron a un proceso de revisión por pares a cargo del Comité Científico del congreso.

## **CONFERENCISTAS INTERNACIONALES**

María Corradini, Ph.D.  
Profesora Asociada  
University of Guelph  
Canada

Sandra Domenek, Ph.D.  
Profesora Principal  
AgroParisTech  
Francia

Cristina Molina Rosell, Ph.D.  
Head of Food and Human Nutritional Science  
University of Manitoba  
Canada

Alejandro Marangoni, Ph.D.  
Profesor Principal  
University of Guelph  
Canada

Lisa Lamothe. Ph.D.  
Department Manager-Chemistry  
Société des Produits Nestlé S.A.  
Suiza

Claudia Mónica Haros, Ph.D.  
Investigadora  
Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos (IATA-CSIC)  
España

## **CONFERENCISTAS NACIONALES**

Jenny Ruales, Ph.D.  
Profesora Principal  
Escuela Politécnica Nacional  
Ecuador

Juan Manuel Cevallos, Ph.D.  
Profesor Principal  
Escuela Superior Politécnica del Litoral  
Ecuador

## Contenidos

<b>Resúmenes de conferencias magistrales</b>	<b>1</b>
Optimización de procesos y componentes estructurales para el control de reacciones químicas en alimentos. María Corradini, Ph.D.	2
Eco-design of packaging: A challenge for the supply chain of food. Sandra Domenek, Ph.D.	3
Pseudocereales, el alimento del futuro. Claudia Mónica Haros, Ph.D.	4
Physical properties of food materials in foods applications. Alejandro Marangoni, Ph.D.	5
Innovación en un alimento tradicional: aplicación de ingeniería reversa en la producción de pan. Cristina Molina Rossel, PhD.	7
La inocuidad alimentaria: ¿Cuáles son nuestros problemas y cuánto nos cuesta realmente? Juan Manuel Cevallos, Ph.D.	8
Biorefinería en la industria agroalimentaria. Jenny Ruales, Ph.D.	9
Ensure translation of scientific principles into food product development. Lisa Lamothe. Ph.D.	10
<b>Resúmenes de comunicaciones orales</b>	<b>11</b>
Evaluación de la eficiencia de herramienta educativa para mejorar los conocimientos, actitudes y prácticas de inocuidad de los alimentos e higiene personal en una población de Guayaquil-Guayas. Mgtr. Lisette Agurto.	12
Efecto de la adición de micro encapsulado de aceite de Sacha Inchi ( <i>Plukenetia volubilis</i> ) y Chía ( <i>Salvia hispánica</i> ) en el tiempo de vida útil de un suplemento alimenticio. Ing. Arturo Basantez.	13
Actividad antibiofilm de mieles de abejas sin aguijón nativas de Ecuador (tribu: Meliponini) sobre patógenos multirresistentes. Fausto Cabezas.	14
Alimentos procesados: Detalle y contenido de grasas. Maritza Castillo, Ph.D.	15
Evaluación del contenido de proteína, tiamina, riboflavina, perfil de textura y propiedades sensoriales de tallarines suplementados con harina de moringa germinada. Karín Coello.	16
Síntesis ecológica de tensioactivos para su aplicación como agentes de limpieza y biocontrol inspirados en la naturaleza. Jonathan Coronel.	17
Diseño de un secador de cacao con adaptación de energía fotovoltaica para reducción del consumo energético. Emerita Delgado.	18

Efectos de la adición de salvado de arroz estabilizado en las propiedades fisicoquímicas y funcionales del pan. Ing. Cindy Espinales.	19
Efecto del complejo amilosa-lípido sobre las propiedades fisicoquímicas del arroz durante el almacenamiento en condiciones controladas. Ing. María Garofalo.	20
Hierarchical materials based on nanocellulose and Poly (lactic acid). Manon Guivier, MSc.	21
Extractos vegetales con potencial uso como antifúngico. Marco Lazo, Ph.D.	22
Inactivación de un sustituto de coronavirus en material de empaque de alimentos, utilizando agua activada por plasma (PAW) producida mediante un tratamiento con plasma atmosférico no térmico de alto voltaje (HAVCP). M.Sc. Andrea Ortega.	23
¿Ha cambiado la inocuidad de los alimentos en 40 años? Caso de estudio: Cuenca, Ecuador. Silvia Ortiz. Ph.D.	24
Evaluación de bioconservantes como sustitutos a preservantes sintéticos en elaboración de chorizo crudo. Janeth Proaño, Ph.D.	25
Estudio QSPR de los índices de retención de compuestos orgánicos volátiles del café. Cristian Rojas, Ph.D.	26
Prosane®, the coating of tomorrow: an ecological solution that extends the conservation of fruits and vegetables and fights against food waste and plastic packaging. Paul Malfoy.	27
Risk analysis assessment of high demand food from three major cities in Ecuador. Enrique Salazar, Ph.D.	28
Contenido total de polifenoles, capacidad antioxidante y ácido fítico en panes de molde formulados con harinas de kiwicha y cañihua germinada. Wilson Simpalo, Ph.D.	29
Evaluación de propiedades antioxidantes y antimicrobianas de películas activas de pla/aceite esencial de orégano tratadas con plasma frío. Ing. Wilfrido Terán.	30
Efecto de la germinación de maíz morado en la calidad de pan de molde. María Gabriela Vernaza, Ph.D.	31
Extracción, propiedades tecno-funcionales y composición de fibra dietética extraída de cáscara de mango ( <i>Mangifera indica</i> L.) Y guanábana ( <i>Annona muricata</i> ) con agua como solvente principal. Ing. José Villacís-Chiriboga.	32
Efecto del plasma frío en la descontaminación de la pudrición de corona de banano Cavendish. Ing. Denisse Yagual.	33
<b>Resúmenes de pósteres</b>	<b>34</b>

Efecto del agua activada por plasma y ácidos orgánicos en la descontaminación y la calidad del camarón crudo. José Manuel Chávez Benites.	35
Valorización de los residuos de cacao: aplicaciones en la industria alimentaria. Mayra Fernanda Chico Terán.	36
Evaluación de la migración de compuestos antioxidantes y fenólicos en películas activas elaboradas a partir de polilactida y aceite esencial de orégano. María Pilar Constante Catuto.	37
Evaluación antimicrobiana de películas activas de almidón de cascara de yuca con aceite esencial de orégano ( <i>origanum vulgare</i> ) para su aplicación potencial en empaques de alimentos. Juliana Lisbeth Criollo Feijoo.	38
Caracterización biológica y físico/química de la interacción de ácidos orgánicos con un tensioactivo microbiano para su potencial uso como sanitizante en la industria alimentaria. Iana Lucia Cruz Mendoza.	39
Efecto del plasma frío sobre los compuestos bioactivos y actividad antioxidante del arroz integral germinado. Cindy Samantha Espinales Macías.	40
Evaluación de las condiciones del proceso para la obtención de una bebida a base de llantén ( <i>plantago major</i> ) y mora ( <i>rubus ulmifolius</i> ). Cindy Samantha Espinales Macías.	41
Extracto de la hoja del banano como sustrato para la obtención de té de kombucha y nanocelulosa bacteriana: un enfoque de bioeconomía. Manuel Alejandro Fiallos Cárdenas.	42
Efecto de la modificación enzimática e hidrotérmica en las propiedades fisicoquímicas del almidón de banano. Fabiola Cornejo.	43
Efecto de la modificación enzimática e hidrotérmica en las propiedades físicas y estructurales del almidón. María De Los Angeles Garofalo Chuchuca.	44
Análisis de los métodos de aislamiento del almidón de banano. Fabiola Cornejo.	45
Evaluation of food quality and safety for packaged ham using biodegradable packaging. Morgan Guilbaud.	46
Film blowing of biodegradable poly(hydroxybutyrate-co-hydroxyvalerate) and poly(butylene succinate-co-adipate) blends. Benjamin Le Delliou.	47
Diseño de una pasta alimenticia integral enriquecida a partir de harinas compuestas y semillas de chía ( <i>salvia hispánica</i> ). Carmen Emperatriz Llerena Ramírez.	48
Descripción macro - microestructura anatómica del albedo y flavedo en cultivares de naranja. Karina Marín.	49
Caracterización de aminoácidos de una premezcla a base de polvo de arvejas ( <i>pisum sativum</i> ) y avena ( <i>avena sativa</i> ). Carolina Paz Yépez.	50

Acción sinérgica de una mezcla antimicrobiana no convencional de tensoactivos bacterianos y agua activada con plasma frío, para el control de patógenos poscosecha de frutas (bananas, mangos & piña). Antonio Fernando Moncayo Guzmán.	51
Cinética de los parámetros fisicoquímicos durante la fermentación controlada de granos de cacao CCN-51 con adición de pulpa de frutas. María Alicia Peña González.	52
Estudio del comportamiento térmico de la carne de cuy utilizando calorimetría diferencial de barrido. Bolívar Andrés Pérez González.	53
Predicción computacional de los tiempos de retención de pesticidas identificados en muestras de espinacas. Cristian Rojas.	54
Extensión de vida de almacén de carne fresca de res aplicando extracto de bacteriocina de <i>Lactobacillus paraplantarum</i> . María Fernanda Rosales Medina.	55
Optimización del desgrasado del salvado de arroz. Cristina M. Rosell.	56
Evaluación antimicrobiana de películas activas de poliláctida- aceite esencial de orégano. Verónica Salas.	57
Caracterización de las propiedades mecánicas y térmicas de películas compuestas activas de poliláctida – polietilenglicol – quitosano elaboradas por fundición con termocompresión. Verónica Salas.	58
Determinación de la concentración de cadmio en chocolates con diferentes porcentajes de cacao producidos en la provincia de Pichincha, empleando la metodología de espectrometría de absorción atómica por horno de grafito. David Salgado Cepeda.	59
Bixin and acetyl tributyl citrate in polylactide films produced by casting and melt processing - stability and protection performance on food products. Liana Stoll.	60
Determinación de lactosa en presencia de sacarosa, glucosa, fructosa mediante espectroscopia infrarroja FTIR-ATR. Piercosimo Tripaldi.	61
Inducción anaeróbica de <i>Bradyrhizobium japonicum</i> en la postcosecha de híbridos experimentales de cacao y su mejoramiento en la calidad fermentativa. Luis Humberto Vásquez Cortez	62
Inducción de rizobacterias en dos variedades de cacao nacional y trinitario para la disminución de cadmio. Luis Humberto Vásquez Cortez.	63

**Resúmenes de**

**Conferencias magistrales**

## OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS Y COMPONENTES ESTRUCTURALES PARA EL CONTROL DE REACCIONES QUÍMICAS EN ALIMENTOS

Maria G. Corradini, Chang Chen, Louis A Colaruotolo, Departamento de Ciencias de los Alimentos y Arrell Food Institute, Guelph, Ontario, N1G 2W1, Canada, mcorradi@uoguelph.ca

Palabras clave: modelado, cinética química, calidad de alimentos, inocuidad de alimentos.

**Introducción.** Las reacciones químicas son responsables de múltiples características deseables en alimentos como la formación de colores y sabores. Sin embargo, estas están también asociadas al desarrollo de toxinas (por ejemplo, acrilamida) y atributos indeseados (por ejemplo, rancidez). La cinética de formación/degradación de toxinas de origen químico durante el procesado y almacenado de alimentos determina la inocuidad química de los productos alimentarios. Últimamente, la mitigación de riesgos de origen químico en la cadena de producción y distribución de alimentos está recibiendo mayor atención debido a su rol en la incidencia de enfermedades crónicas. El desarrollo de estrategias para minimizar los riesgos de origen químico en alimentos debe estar basado en la evaluación de las reacciones químicas involucradas, su cinética y el efecto de componentes estructurales y condiciones de procesamiento sobre ellas. Este trabajo presenta los resultados de dos estudios realizados para evaluar el rol de componentes estructurales y la inclusión de cambios en la morfología de un alimento en la cinética de formación y modelado de componentes potencialmente tóxicos en alimentos.

**Metodología.** El primer estudio aplicó un enfoque a varias escalas para comprender la dependencia de los procesos de deterioro prevalentes en una matriz y los cambios en su estructura a lo largo del tiempo. Este estudio fue realizado en una matriz electrohilada compuesta de zeína y aceite de maíz. Los métodos usados para monitorear cambios en la composición, estructura y estado de los componentes están presentados en la Fig. 1.

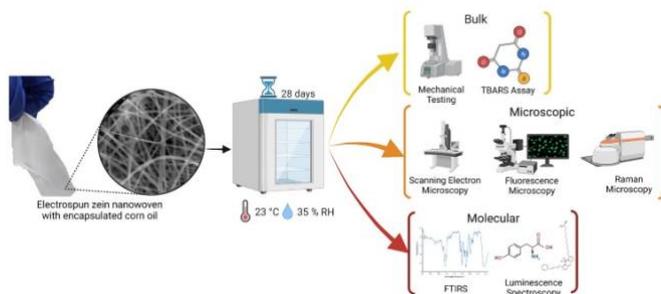


Fig. 1. Esquema de la metodología utilizada para evaluar el efecto de componentes estructurales en el avance de reacciones químicas.

En el segundo estudio, se evaluó el efecto de los cambios morfológicos de un panificado durante su horneado y la descripción de la formación y degradación de acrilamida usando modelos cinéticos de diferente complejidad en la estimación del contenido final de acrilamida. Los métodos utilizados para monitorear los cambios durante el horneado y en el producto final están resumidos en la Fig. 2.

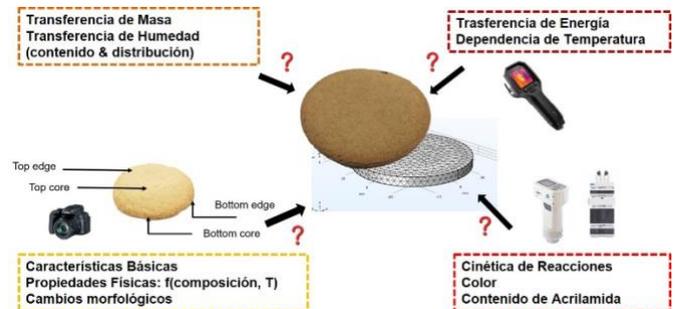


Fig. 2. Esquema de la metodología utilizada para evaluar condiciones de procesado en reacciones químicas.

**Resultados.** Los resultados del primer estudio (Fig. 3) permitieron determinar el efecto de reacciones concatenadas en la estabilidad de los lípidos presentes en la matriz. El incremento progresivo de las interacciones entre proteínas a lo largo del almacenamiento facilitó la migración de los lípidos a la superficie de las fibras y consecuentemente su oxidación.

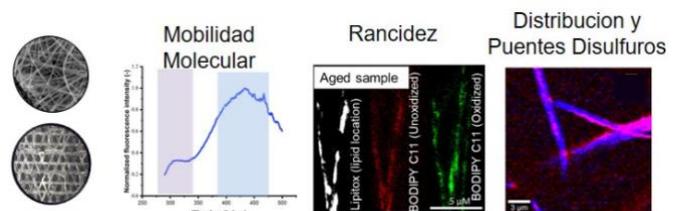


Fig. 3. Fibras de zeína y aceite de maíz y resultados típicos de medidas de rigidez molecular y oxidación.

En el segundo estudio, la integración de los cambios morfológicos de la matriz y el tipo de modelo utilizado para describir la cinética de formación de acrilamida fueron esenciales para incrementar la habilidad de predicción de los modelos empleados.

**Conclusiones.** El diseño racional de matrices y procesos y la adecuada caracterización de la cinética de formación/degradación de compuestos en matrices complejas contribuye favorablemente a la reducción de riesgos de origen químico en alimentos.

**Agradecimientos.** Los autores agradecen el apoyo financiero del Consejo de investigación en Ciencias Naturales e Ingeniería de Canadá (NSERC) y el Ministerio de Agricultura, Alimentos y Asuntos Rurales (OMAFRA).

## ECO-DESIGN OF PACKAGING: A CHALLENGE FOR THE SUPPLY CHAIN OF FOOD

Sandra Domenek

Université Paris-Saclay, INRAE, AgroParisTech, UMR SayFood, 91120, Palaiseau, France.  
sandra.domenek@agroparistech.fr

*Palabras clave: biobased and biodegradable polymers, valorization of agricultural by-products, circularity*

**Introduction.** Packaging is an active partner for the conservation and distribution of foods. Its main functions are transport, communication with the customer, protection of food against chemical, physical, and microbial contamination. The packaging system for a given products has different components which are i) primary packaging, *i.e.* the material directly in contact with the food, ii) secondary packaging, e.g. boxes containing several consumer units, and iii) tertiary or transport packaging, which includes larger transport boxes, pallets, cling films, containers, etc.

Plastics are the main material used in packaging and represent roughly one third of the mass of the packaging system. Faced with the plastic pollution of the environment, which is largely caused by single use plastics, improvements in the packaging system to decrease its environmental impact are necessary. Recent legislations in the EU aim directly at the decrease, and even interdiction, of single use plastics (SUP directive EU 2019/904). Because packaging is a facilitator of the supply chain, it has both, direct and indirect, environmental impacts. Direct impacts are caused by the fabrication and disposal of the materials in themselves, while indirect impacts are caused by food loss, inefficient logistics, design problems, etc. (1).

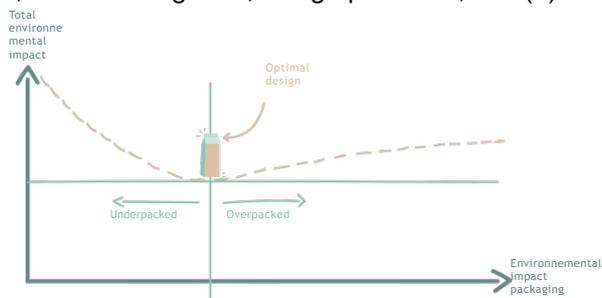


Fig. 1. Scheme of the environmental impact of a given service unit which is the packaging and the contained food

With this respect, an optimum has to be found taking into account the environmental impact of the packaging system and the impact of lost food (Fig. 1).

Furthermore, packaging materials need to be integrated in circular economy flows. In the case of food packaging, this could be achieved by increasing their circularity in the technosphere by recycling or by composting or anaerobic digestion together with food wastes in the biosphere (Fig.2).

**Results.** One of the main hurdles for recycling of plastics into high added value products, such as food packaging, is the presence of contaminants coming from the process or various sources in an open system (2,3). The unpredictability of contaminants is a huge challenge to risk evaluation by analytical chemistry and risk management.

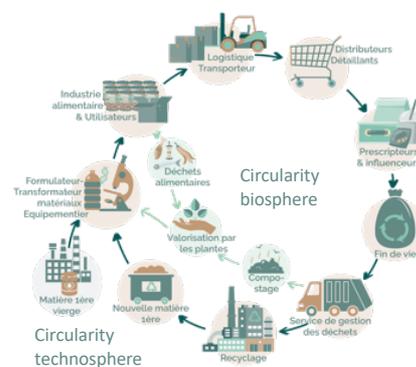


Fig. 2. Circular economy schemes for the food/packaging system

Examples are shown how non-targeted chemical analysis can be coupled to calculation-based risk evaluation methods (4). Circularity in the biosphere could be achieved using by-products of agriculture and forestry to product new biobased and biodegradable materials (5). Those materials need of course to comply with the safety and performance standards of food packaging. Different examples are discussed concerning the formulation of polylactides (PLA) in the aim to increase ductility and biodegradability using byproducts of the vegetable oil industry (5). The barrier properties of PLA towards oxygen are lower than petrochemical benchmarks. Active antioxidant packaging is one means to achieve performing materials and using under-exploited resources such as natural antioxidants (6). Recently, large improvements in oxygen barrier properties were achieved using nanocelluloses and innovative material architectures (7). Blended poly-hydroxyalkanoates potentially produced from agricultural byproducts could be shown to be suitable for the packaging of frozen foods (8).

**Conclusions.** To bring these promising research results into the market and increase circularity of the whole supply chain, a co-development with all members is necessary to increase acceptability and avoid shifting impacts from one place to the other. We are working now actively in generating these trade-offs with the members of the supply chain (project Chaire CoPack) (9).

**References.** 1. Licciardello, F. (2017) *Trends Food Sci & Technol* 65: 32-39. 2. Marin-Morocho, K.; Domenek, S.; Salazar, R. (2021) *Polymers* 13: 13213769 3. Salazar, R.; Domenek, S.; Plessis, C.; Ducruet, V. (2017) *Polym. Degrad. Stab.* 136: 80-88. 4. Kermorant, J., Nguyen, P.M., Lythaud, C., Domenek, S., Vitrac, O. (2022) *FoodSim* <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03759593> 5. Le Delliou, B.; Vitrac, O.; Domenek, S. (2020) *Agricultural, Forestry and Bioindustry Biotechnology and Biodiscovery*, Chong, P. A.; Newman, D. J.; Steinmacher, D. A., Eds. Springer International Publishing: Cham, pp 227-257. 6. Stoll, L.; Domenek, S.; Flores, S. H.; Nachtigall, S. M. B.; Rios, A. D. (2021) *J. Appl. Polym. Sci.* 11: 50302. 7. Faraj, H.; Follain, N.; et al. *Polym. Test.* 2022, 113, 107683. 8. Le Delliou, B.; Vitrac, O.; Castro, M.; Bruzard, S.; Domenek, S. (2022) *J. Appl. Polym. Sci.* 139: 52124. 9. [www.chairecopack.fr](http://www.chairecopack.fr)



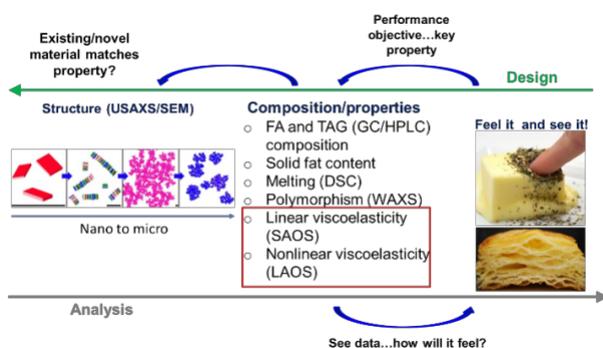
# PHYSICAL PROPERTIES OF FOOD MATERIALS IN FOOD APPLICATIONS

Prof. Alejandro G. Marangoni, O.C., F.R.S.C.

Dept. of Food Science, University of Guelph, Guelph, ON, Canada N1G2W1, amarango@uoguelph.ca

*Palabras clave: food structure; physical properties; food engineering design*

**Introducción.** The quality of food products including texture, flavor, visual appearance and color, and possibly nutritional products is highly dependent on the structure and physical properties of the food material at multiple length scales. In order to develop successful industrial food products, it is necessary to engineer length-scale specific material properties to target specific macroscopic functional properties. The approach we use is one of structural engineering from an inverse problems perspective (Fig. 1). We can also think of the problem as one of “Functionality Matching”, where we understand and measure the required physical properties of a food material and match them without necessarily matching chemical composition. We then characterize the new structure which matches the targetted physical properties for future optimization.

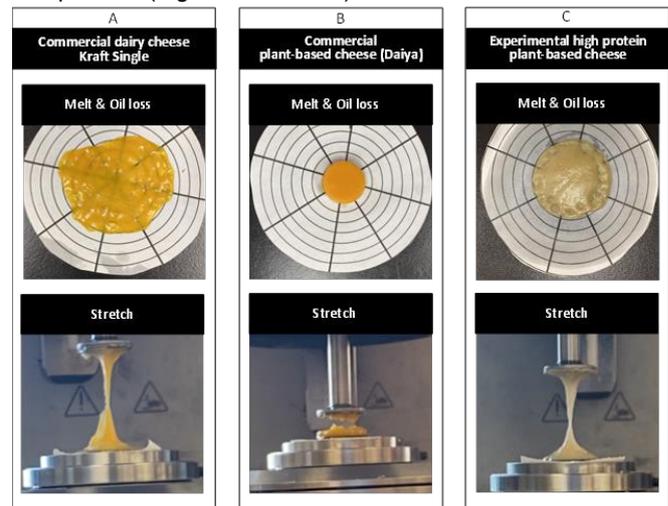


**Fig. 1.** Relationship between structural analysis and design in edible fats and oils, in which design is the inverse problem of evaluating a suitable structural solution given a set of constraints.

The first step in such an approach is the development of functional tests which mimic the required functionality. These usually include thermal properties (melting, softening, setting, crystallization), large and small deformation rheological properties (dynamic moduli, viscosity) under shear and elongation, color, mechanical properties (hardness, fracturability, yield, plasticity), among others. On the other side we have the structural analysis at different length scales. These analyses tend to be relatively sophisticated and can include scattering techniques (X-ray, neutrons, visible light), and microscopy (confocal, transmission electron microscopy, scanning electron microscopy, among others). Building a true link between structure and macroscopic functionality may also require the computer assisted modelling of the structures, which could include atomic scale molecular dynamics as well as more coarse-grained mean-field approaches. These could also include more engineering-type approaches including finite element and finite difference approaches. This all inevitably leads to big data science, where correlations are established using techniques such as Artificial Intelligence, neural networks and Principal Component Analysis. In this presentation, I will highlight the Functionality Matching approach using four food product examples, plant-based high-protein cheese, oleogels for hard (saturated) fat replacement, plant-based fibrous meat analogues, and chocolate. The motivation for this approach includes cost, nutritional considerations as well as sustainability and security.

**Metodología.** Available upon request

**Resultados.** A high protein plant-based processed cheese was successfully developed by matching the macroscopic physical properties of the material rather than its chemical composition (Fig.2 and Table 1)

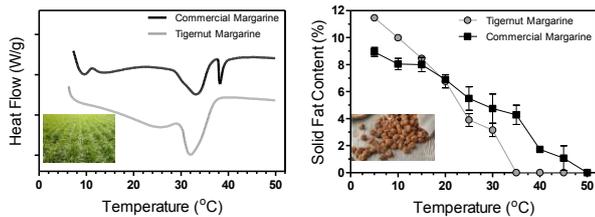


**Fig.2.** A) Commercial dairy cheese (Kraft single), B) Commercial plant-based cheese (Daiya) and C) Experimental high protein plant-based cheese. All sample show Schreiber melt test resulting in the melt and oil loss observations, as well as axial pull test showing the stretchability of the samples.

**Table 2.** Summary of testing results from Texture Profile Analysis, Schreiber disk melt, and axial pull. All values are the mean±SD. Samples were compared to those within the same column, values with the same letter are not significantly different (P>0.05)

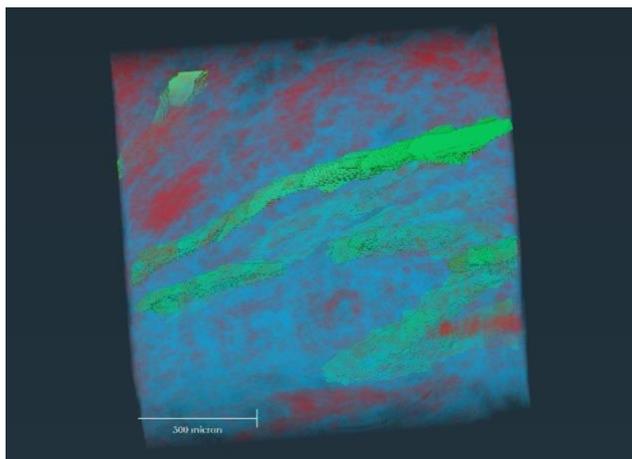
Sample	Hardness (N)	Melt (%)	Oil loss	Stretch (mm)
Commercial dairy cheese Kraft Single	22.10±2.10 <sup>a</sup>	144.69±7.51 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>b</sup>	31.48±4.40 <sup>a</sup>
Commercial plant-based cheese (Daiya)	56.74±9.91 <sup>b</sup>	1.00± 0.10 <sup>b</sup>	0.00±0.00 <sup>b</sup>	8.20±3.24 <sup>b</sup>
Experimental high protein plant-based cheese	21.98±8.96 <sup>a</sup>	95.3±12.10 <sup>c</sup>	3.74±0.602 <sup>a</sup>	34.84±8.66 <sup>a</sup>

There is an urgent need to find new plant-based fat sources for the new generation of plant-based products to replace palm oil and coconut oil. One of the most important functional properties of a fat is its solid fat content vs. temperature profile. We developed a unique lipase-catalyzed glycerolysis approach to convert triglycerides in oils to monoglycerides and diglycerides<sup>1</sup>. These partial glycerides have higher melting points than their corresponding triglycerides, effectively converting an oil into a fat without addition of saturated fat or by using hydrogenation. We have succeeded in matching the functionality of commercial margarine using non-conventional crops, such as tigernut (Fig. 3). This opens us the utilization of new crops at a smaller scale and ends the reliance on large-scale producers. We have also matched animal fat profiles (beef and pork) and stabilized peanut butter against oil separation (not shown here).

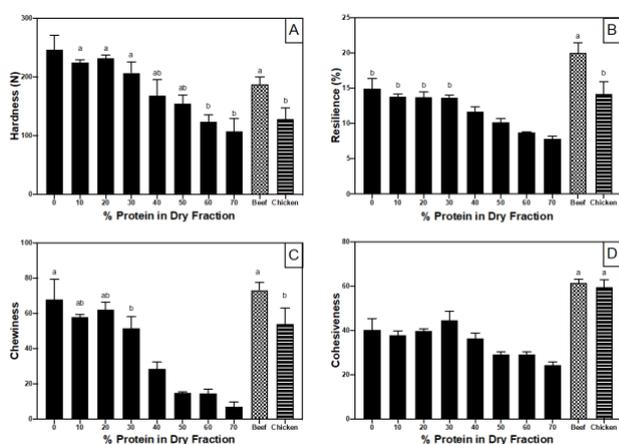


**Fig. 3.** Melting profiles by differential scanning calorimetry and SFC vs. temperature profiles for tigernut margarine and a commercial margarine. The insets show the tigernut plant and oil-rich bulb.

The acceptability of plant-based meat analogues will depend on matching the mechanical properties of muscle. Muscle contains fibers, thus the challenge is to create this fibrous structure using plant proteins. This direct structuring is usually carried out using high moisture extrusion. However, the high energy consumption of extruders makes the process somewhat less sustainable than expected. We have developed fibrous meat analogues using a simple spinning technology which relies on fiber formation using prolamines (ethanol-soluble proteins) from corn, and other crops. By judicious choice of a supporting matrix and the development of a scalable stretching procedure, we succeeded in making such meat analogues without extrusion as shown in Fig. 4 and Table 2, and our most recent publications.<sup>2,4</sup>



**Fig. 4.** Synchrotron micro-CT image of a cube of starch (blue) with pea protein particles (red) and zein fibers (green) prepared by hand-spinning.

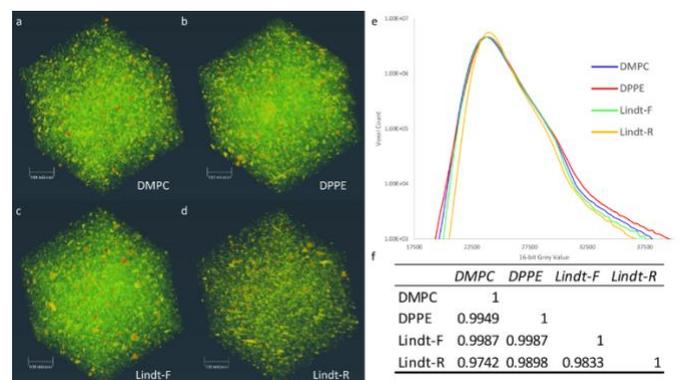


**Fig. 5.** Texture profile analysis of a novel plant-based meat analogue containing pea protein, starch and structured using prolamins fibers from corn zein.

Chocolate is a very important commercial product, particularly for Ecuador. We were interested in exploring the possibility of tempering chocolate to achieve similar physical properties and stability without complex heating and mixing procedures. We discovered that minor components in the chocolate play a key role in the tempering procedure, particularly geared towards microstructure rather than crystal polymorphic form<sup>5</sup>. In Table 2 we show how functionality was matched and in Fig. 5 we show the remarkable microstructure of chocolate achieved by using synchrotron micro-CT.

**Table 2.** Mechanical properties of chocolate prepared by seeding the melt with specific phospholipid minor components.

Sample	Commercial	DMPC	DPPE	Recrystallized Commercial
$E_B$ (N/mm <sup>2</sup> )	74.7 ± 13.2 <sup>a</sup>	75.6 ± 8.3 <sup>a</sup>	65.7 ± 8.4 <sup>a,c</sup>	36.6 ± 4.2 <sup>b,c</sup>
Melting Temperature (°C)	33.3 ± 0.5 <sup>a</sup>	34.4 ± 0.2 <sup>a</sup>	34.0 ± 0.1 <sup>a</sup>	33.6 ± 0.3 <sup>a</sup>
WI	38.9 ± 1.6 <sup>a,b</sup>	32.2 ± 3.3 <sup>a,*</sup>	40.0 ± 2.8 <sup>a,b,*</sup>	43.6 ± 2.6 <sup>b</sup>



**Fig. 5.** Synchrotron micro-CT image of commercial tempered, untampered and phospholipid-seeded chocolate, showing differences in fat crystal density.

**Conclusions.** The principle of Functionality Matching has been presented and validated using several examples applied to food products.

**Agradecimiento.** The Natural Sciences and Engineering Research Council of Canada supported this work.

**Bibliografía.**

- Nicholson, R.A. and Marangoni, A.G. 2020. Enzymatic glycerolysis converts vegetable oils into structural fats with the potential to replace palm oil in food products. *Nature Food* 1: 684–692.
- Dobson, S.D. and Marangoni, A.G. 2022. Particle filled protein-starch composites for plant-based meat analogues. *Current Research in Food Science* 5: 892-903.
- Dobson, S.D., Pensini, E., Dupuis, J.H., Yada, R.Y., Marangoni, A.G. 2022. Interactions Between Dilute Suspensions of Pea Protein Isolate and Rapid Swelling Starch. *Food Hydrocolloids for Health* (In Press).
- Dobson, S.D., Stobbs, J.A., Pensini, E., Laredo, T. and Marangoni, A.G. 2022. Zein fiber-reinforced protein-starch complex composites for the production of meat analogues without the need for extrusion. *Nature Food* (Submitted).
- Chen, J., Ghazani, S.M., Stobbs, J.A. and Marangoni, A.G. 2021. Tempering of cocoa butter and chocolate using minor lipidic components. *Nature Communications* 12: 5018.
- Stobbs, J.A., Ghazani, S.M., Pensini, E., Leontowich, A.F.G., Barlow, B., Marangoni, A.G. 2022. Phospholipid reverse micelle formation in model cocoa butter: Evidence for in-situ seeding as a route to Form V polymorph in chocolate. *Nature Materials* (Submitted).

## INNOVACION EN UN ALIMENTO TRADICIONAL: APLICACION DE INGENIERIA REVERSA EN LA PRODUCCION DE PAN.

Cristina M. Rosell<sup>1,2</sup>, Raquel Garzon<sup>2</sup>, Nicola Gasparre<sup>1</sup>. <sup>1</sup>Food and Human Nutritional Sciences Department. University of Manitoba, Winnipeg, Canada. <sup>2</sup>Instituto de Agroquímica y Tecnología de alimentos (IATA-CSIC), Paterna, Spain, [cristina.rosell@umanitoba.ca](mailto:cristina.rosell@umanitoba.ca).

*Palabras clave: pan, revalorización, proceso, harina, cereales.*

**Introducción.** La producción de alimentos está en constante evolución, marcada por las tendencias globales que dominan a nivel mundial, pero también por la idiosincrasia y economía de cada país. Actualmente, la innovación en alimentos está impulsada por la sostenibilidad y la salud. La inclusión de materias primas alternativas que nos proporcionen alimentos sensorialmente atractivos, o bien con un mayor valor nutricional o componentes definidos como saludables es una de las estrategias utilizadas para el desarrollo de alimentos sostenibles y saludables. Para la producción de alimentos con dichas características resulta fundamental la definición del alimento objetivo desde el punto de vista nutricional y la posterior optimización de los procesos de producción, aplicando la ingeniería reversa.

El objetivo de esta presentación es mostrar como innovar sobre un alimento modelo como es el pan aplicando la ingeniería reversa, tomando como partida los productos existentes en el mercado.

El pan en sus distintos formatos es un alimento básico en la dieta de muchos países, responsable del aporte principal de macronutrientes, vitaminas y minerales. A pesar de ser tradicional, ha ido adaptándose para dar respuesta a las nuevas tendencias, identificándose como una matriz ideal para innovar. Un ejemplo de esta evolución son los panes planos, que aun siendo uno de los panes más antiguos (1), ha originado multitud de variedades de pan en los distintos países (2).

Un estudio reciente realizado sobre más de 400 panes planos comercializados en distintos países europeos (3) ha mostrado la gran variabilidad que existe entre los panes planos existentes en el mercado. Aunque el ingrediente mayoritario es la harina de trigo (Fig. 1), otros cereales como la harina de maíz y de arroz se utilizan para los panes sin gluten. Aceite, emulgentes, y conservantes, son los ingredientes y aditivos que se utilizan con mayor frecuencia en las formulaciones.

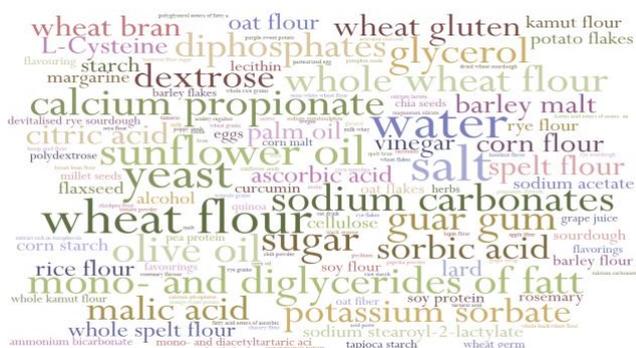
Pero el análisis del etiquetado de los panes planos comerciales también muestra la complejidad de las formulaciones, lo cual contrasta con la tendencia a la simplicidad que demandan los consumidores. La modificación de las formulaciones y el proceso de fabricación, concretamente las condiciones de amasado, fermentación y horneado permite producir panes planos con recetas simples. Incluso en el caso de utilizar cereales sin gluten, la modificación del proceso permite obtener la viscoelasticidad necesaria para obtener panes planos sin gluten. Asimismo, la incorporación de subproductos de la industria alimentaria puede utilizarse para obtener panes planos con características sensoriales diversas y propiedades nutritivas mejoradas.

**Conclusiones.** La inclusión de materias primas más sostenibles y/o nutritivas, así como la optimización de los procesos, ofrecen oportunidades para la obtención de nuevos panes con perfiles sensoriales y/o nutritivos que respondan a los requerimientos de los consumidores.

**Agradecimiento.** Se agradece la financiación de la University of Manitoba, y del proyecto PRIMA program under grant agreement No. 2031, project Flat Bread of Mediterranean area: INnovation & Emerging process & technology (Flat Bread Mine). The PRIMA program is an Art.185 initiative supported and funded under Horizon 2020, the European Union's Framework Programme for Research and Innovation. The results and content found on this paper reflects only the author's view.

### Bibliografía.

1. Boukid, F. (2022). Flatbread-A canvas for innovation: A review. *Appl Food Res*, 100071. 2. Garzon, R., Gasparre, N., Pasqualone, A., Papageorgiou, M., Grgic, T., Le-Bail, P., ... & Rosell, C. (2022). Flatbreads on the Rise, What about their Nutritional Quality? The Current State of the Mediterranean Market. *Medical Res Arch*, 10 (7): v10i7-2920. 3. Pasqualone, A., Vurro, F., Summo, C., Abd-El-Khalek, M. H., Al-Dmool, H. H., Grgic, T., ... & Le-Bail, P. (2022). The large and diverse family of Mediterranean flat breads: A database. *Foods*, 11(15), 2326.



**Fig. 1.** Ingredientes presentes en los panes planos que se comercializan en distintos países europeos. El tamaño de las letras se correlaciona con la frecuencia de aparición en la composición de los panes planos.

## LA INOCUIDAD ALIMENTARIA: ¿CUÁLES SON NUESTROS PROBLEMAS Y CUÁNTO NOS CUESTA REALMENTE?

Juan Manuel Cevallos-Cevallos<sup>1\*</sup>, Enrique Salazar Llorente<sup>1</sup>, Maria Morales<sup>2</sup>, Johana Ortiz<sup>3</sup>, and Pedro Maldonado<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Escuela Superior Politécnica del Litoral, ESPOL, Centro de Investigaciones Biotecnológicas del Ecuador (CIBE), Campus Gustavo Galindo Km. 30.5 Vía Perimetral, P.O. Box 09-01-5863, Guayaquil, Ecuador

<sup>2</sup>Escuela Superior Politécnica del Litoral, ESPOL, Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción (FIMCP), Campus Gustavo Galindo Km. 30.5 Vía Perimetral, P.O. Box 09-01-5863, Guayaquil, Ecuador

<sup>3</sup> Universidad de Cuenca. Cuenca. Ecuador

<sup>4</sup> Escuela Politécnica Nacional. Quito. Ecuador

*Palabras clave: enfermedades transmitidas por alimentos, bacterias, virus.*

**Introducción.** Cada año, más de 500 millones de casos y alrededor de medio millón de muertes son atribuidas al consumo de alimentos contaminados (Havelaar et al. 2015), pero se estima que un gran número de casos permanecen sin ser reportados. Además, se han reportado pérdidas anuales de más de 14,000 millones de dólares en varios países debido a enfermedades transmitidas por alimentos (Batz, Hoffmann y Morris 2011). Entre las causas más comunes de trastornos a la salud humana causados por alimentos se encuentra la contaminación por bacterias y virus, entre otras (OMS 2007). El objetivo de este trabajo fue de identificar los principales peligros asociados con el consumo de alimentos en las principales ciudades del Ecuador

**Metodología.** Muestras de alimentos de consumo masivo se tomaron de mercados de Quito, Guayaquil y Cuenca, Los microorganismos presentes en las muestras fueron identificados mediante técnicas clásicas de microbiología además de extracción de ADN, PCR y secuenciación.

**Resultados.** Varios patógenos se detectaron en las muestras de los distintos alimentos. La tabla 1 muestra algunos de los resultados relevantes.

**Tabla 1.** Se pueden insertar Tablas. El título va con letra arial 8, centrado y arriba. De preferencia, evitar el sombreado por renglón.

Alimento	Ciudad	Patógeno
Pollo	Quito	Klebsiella pneumoniae (20 %) Staphylococcus aureus (20 %) Salmonella enterica (20 %)
Queso Fresco	Quito	Listeria monocytogenes (40 %) Klebsiella pneumoniae (60%)
Ceviche	Guayaquil	Klebsiella pneumoniae (80 %)

		Pseudomonas aeruginosas (20 %)
Bolón	Cuenca	Klebsiella pneumoniae (40 %) Listeria monocytogenes (20 %)

**Conclusiones.** Los peligros microbianos están presentes en los alimentos de consumo masivo. Se necesitan programas de entrenamiento para mejorar la inocuidad alimentaria en el país.

**Agradecimiento.** Este proyecto fue financiado por CEDIA y VLIR Network Ecuador

### Bibliografía.

1. HAVELAAR, A.H., KIRK, M.D., TORGERSON, P.R., GIBB, H.J., HALD, T., LAKE, R.J., PRAET, N., BELLINGER, D.C., DE SILVA, N.R., GARGOURI, N., SPEYBROECK, N., CAWTHORNE, A., MATHERS, C., STEIN, C., ANGULO, F.J., DEVLEESSCHAUWER, B. y GROUP, on behalf of W.H.O.F.D.B.E.R., 2015. World Health Organization Global Estimates and Regional Comparisons of the Burden of Foodborne Disease in 2010. En: L. VON SEIDLEIN (ed.), PLOS Medicine, vol. 12, no. 12, pp. e1001923. ISSN 1549-1676. DOI
2. BATZ, M.B., HOFFMANN, S. y MORRIS, J.G., 2011. Ranking the Risks: The 10 Pathogen-Food Combinations With The greatest burden on Public Health. . S.I.:

## VALORIZACIÓN DE LOS SUBPRODUCTOS DE LA INDUSTRIA AGROALIMENTARIA

Jenny Ruales

Departamento de Ciencia de alimentos y Biotecnología. Facultad de Ingeniería Química y Agroindustrial. Escuela Politécnica Nacional. Quito, Ecuador. Código Postal 17-01-2759, jenny.ruales@epn.edu.ec

*Palabras clave: valorización, subproductos, compuestos bioactivos, tecnología verde*

### Introducción.

La industria agroalimentaria después del procesamiento de frutas, hortalizas, etc, produce subproductos que pueden ser utilizados como materia prima para la obtención de compuestos bioactivos, y desarrollar con ellos productos alimentarios, farmacéuticos u otros (1). Al mismo tiempo que se da un valor agregado a estos materiales, se aporta a disminuir la contaminación ambiental con material orgánico.

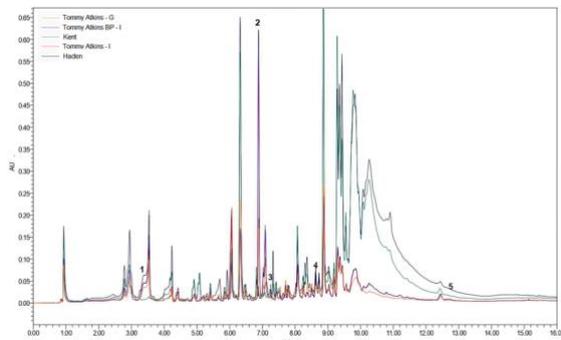
En el presente estudio se extrajeron polifenoles, carotenos, proteínas y fibra dietética de la cáscara del mango. De las semillas de la misma fruta, se extrajeron proteínas y grasa. Los carotenos extraídos de la cáscara del mango han sido encapsulados usando secado por aspersión con el fin de aumentar la estabilidad a la luz UV, a la temperatura y al oxígeno. Además, el material pared, incluyó lecitina para incrementar la digestibilidad de los carotenos. Los encapsulados obtenidos fueron usados para fortificar alimentos para niños de edad pre-escolar.

### Metodología.

Los subproductos, sean cáscaras, semillas, etc, han sido obtenidos de la industria procesadora de frutas, y luego deshidratadas por liofilización. Se ha determinado los contenidos de compuestos fenólicos (2, 3), carotenos (3), en las cáscaras, en las semillas, se ha cuantificado los contenidos de proteína y de grasa. Usando solventes asistido con enzimas y ultrasonido, y usando SFC se ha extraído los compuestos fenólicos (3), y usando métodos hidróxido de potasio y aplicando agua presurizada se han extraído las proteínas de las semillas del mango. Con presión en frío se extrajo la gasa de las semillas del mango; y la fibra se aisló con agua y etanol.

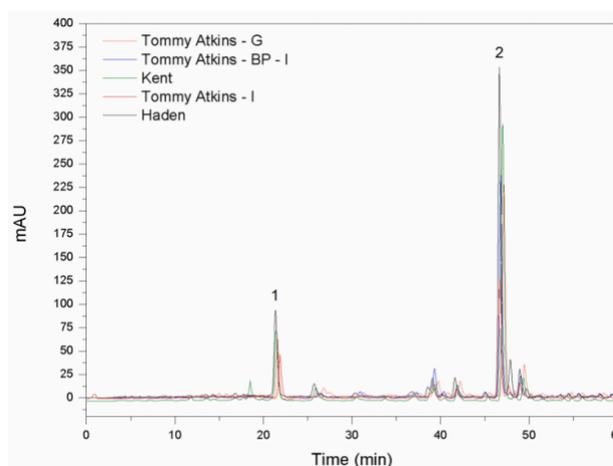
### Resultados.

En Figura 1 se presentan los resultados de compuestos fenólicos en cáscaras de mango.



**Figura 1:** Cromatogramas de muestras de cáscaras de mango. Pico 1: ácido gálico; Pico 2: mangiferina; Pico 3: No identificado; Pico 4: Rutina; Pico 5: quercetina

En Figura 2, se muestran los contenidos de carotenoides en cáscaras de mango, siendo los que se detectaron en mayor cantidad luteína y  $\beta$ -carotenos, en todas las muestras de cáscaras de mango analizadas.



**Figura 2:** Cromatogramas de muestras de cáscaras de mango. Pico 1: luteína; Pico 2:  $\beta$ -caroteno

### Conclusiones

Los subproductos del procesamiento son materia prima para el desarrollo de otros productos o se pueden extraer bioactivos con aplicación en alimentos, dando un valor agregado a los subproductos, reduciendo además la contaminación ambiental.

### Agradecimientos

El estudio fue financiado por el proyecto TEAM EC2017TEA442A103 VLIR-USO. Improving Ecuadorian child nutrition by using mango by-products as potential sources of bioactive compound

### Bibliografía

- Caldeiraa, C., Vlysidisa, A., Fiorea, G., Valeria De Laurentiisa, V., Vignallib, G., Sala, S. \* (2020). *Bioresource Technology* Volume 312, September, 123575
- Marcillo-Parra, V., Anaguano, M., Molina, M., Tupuna-Yerovi, S., Ruales, J. (2021). *NFS Journal* 23 (2021) 1–7.
- Villacis-Chiriboga, J., Voorspoels, S., Uyttbroeck, M., Ruales, J., Van Camp, J., Vera, E., and Elst, K.. (2021). *Foods* 2021, 10, 2201.4.

## ENSURING TRANSLATION OF SCIENTIFIC DISCOVERIES INTO FOOD PRODUCT DEVELOPMENT

Lisa M. Lamothe, Nestlé Research, Institute of Material Sciences, Vers-chez-les-blanc, Lausanne 1026, Switzerland. [Lisa.Lamothe@rdls.nestle.com](mailto:Lisa.Lamothe@rdls.nestle.com)

*Innovation, Rapid prototyping, Product development*

Nestlé R&D is structured in many levels that are constantly feeding each other with innovation ideas, technical challenges to solve and general knowledge on a wide range of food product categories and processing technologies. Nestlé Research is the central entity that provides the scientific foundation for our innovations, from food safety, basic nutrition and health research to applied research for product development and packaging as well as plant science, dairy livestock and agricultural systems science. This central research entity is also supported by a clinical development unit, research hubs that specialize in plant sciences, maternal and infant nutrition, and pet care research. Scientific discoveries that arise from the experimental work at lab, kitchen and pilot plant scale, are then transferred into our Nestlé Product Technology Centers (NPTCs) where they are upscaled and developed into new products and technologies. In order to innovate with pragmatism, rapid prototyping exercises are key to increase the chances that our scientific discoveries are scalable and cost-effective. The upscaled or industrialized innovations are then further optimized in our regional innovation centers which are the bridge that connect our global R&D expertise to local needs and preferences.

Our product development process can start both from "business pull" or "science push". Business pull refers to a specific request from our business units that arises from an identified need in the product portfolio or consumer demand. One recent scientific discovery that initiated as a such is the development of *OLIGOMALT*, a proprietary slowly-digestible carbohydrate, that is fully soluble in water, thermally-stable and has no impact on color, taste or mouthfeel.

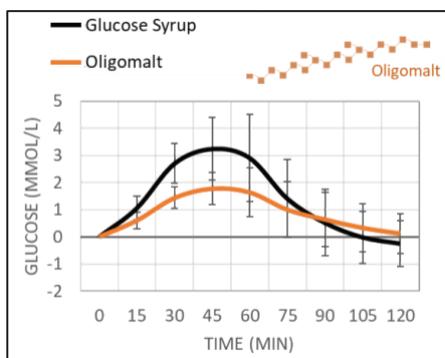


Fig. 1. Post-prandial glucose responses elicited by 33 g of glucose syrup and Oligomalt. Values are Mean  $\pm$  SE (N = 16).

This carbohydrate was specifically designed to have an attenuated glycemic response that is significantly lower than that of glucose syrups and/or maltodextrins (1). It has similar benefits to Palatinose™ by Beneo but does not fall under the definition of a sugar. This specific carbohydrate was designed based on the relationship

between the structural properties of glucose-based carbohydrates and the capacity of intestinal digestive enzymes (2). This product was developed as a need from the market, a 'business pull'.

On the other hand, we also brief our team of scientists to deliver scientific innovation, as 'science push'. Such as on topics within our strategic pillars such as alternative proteins and/or affordable nutrition. Given the current challenges that the world faces regarding malnutrition, and where the pandemic and climate change are exacerbating poverty, Nestlé is focused on developing more affordable, nutritious, high-quality. To meet that call, our team of scientists developed a soy-based blend to be combined with real eggs in order to extend the quantity of protein in a more affordable way. This development was achieved by studying the textural properties of protein in soy flour and concentrates upon cooking at different conditions such as pH & temperature (3). While replacing part of the eggs, the plant-based blend brings an equivalent amount of good quality protein, while ensuring a good taste and texture.

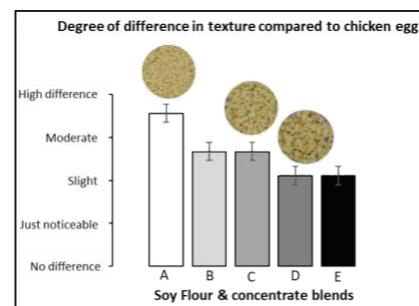


Fig. 2. Sensory evaluation of texture from soy blends in comparison to 100% egg scramble.

This research enabled the pilot launch of an egg-extender product in the Central American market where we collect consumer feedback on the performance of the product but also its relevance in their typical diet.

Translating scientific discoveries into food products is not a straightforward process. It requires many iterations to test the technical scalability of the scientific finding and desirability of the product concept with consumers. Rapid prototyping & consumer testing provides key opportunities to validate feasibility of the innovation in industry and markets.

### Bibliography.

- Lamothe, L. M., et al. *Carbohydrate Polymer Technologies and Applications* (2022): 100256.
- Gangoiti, Joana, et al. *Critical reviews in food science and nutrition* 60.1 (2020): 123-146.
- Zheng, Li, et al., *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 21.2 (2022): 1940-1957.

**Resúmenes de**

**Comunicaciones orales**

## EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE HERRAMIENTA EDUCATIVA PARA MEJORAR LOS CONOCIMIENTOS, ACTITUDES Y PRÁCTICAS DE INOCUIDAD DE LOS ALIMENTOS E HIGIENE PERSONAL EN UNA POBLACIÓN DE GUAYAQUIL-GUAYAS.

Lisette Agurto, Carolina Pazmiño, Eduardo Sánchez-Timm, Diana Carvajal-Aldaz, Escuela Superior Politécnica del Litoral Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción, Guayaquil 090150, lagurto@espol.edu.ec

*Palabras clave: inocuidad alimentaria, higiene personal, CAP*

**Introducción.** En los últimos años se ha evidenciado a nivel mundial un aumento vertiginoso de Enfermedades Transmitidas por Alimentos (ETA). Las ETA se originan por la ingesta de alimentos contaminados. La inocuidad alimentaria es clave para evitar la incidencia de las ETA y así no amenazar la salud pública mundial. En este sentido, la industria alimentaria implementa sistemas de control y prevención para garantizar la inocuidad de sus productos alimenticios. Sin embargo, la evidencia demuestra que las malas prácticas de manipulación de alimentos por parte de los trabajadores inciden mayormente en la ocurrencia de las ETA [1,2]. La estrategia más utilizada por la industria para implementar dichos sistemas es la capacitación. Para ello se pueden utilizar diferentes teorías conductuales como el modelo de conocimientos, actitudes y prácticas (CAP). Este modelo asume que las prácticas de un individuo dependen de su conocimiento y que al proporcionar información su actitud cambiará y al mismo tiempo generará un cambio de prácticas [3]. El objetivo de este estudio fue evaluar la eficiencia de la herramienta educativa empleada, a partir del análisis de encuestas CAP de inocuidad alimentaria e higiene personal en una población de trabajadores de una planta procesadora de productos acuícolas en Ecuador, provincia del Guayas.

**Metodología.** El estudio se realizó en tres etapas: (1) diagnóstico, (2) intervención y (3) evaluación donde 200 trabajadores (M=107, H=93) aceptaron participar mediante consentimiento informado. En la etapa 1, se aplicó una encuesta CAP de inocuidad de alimentos e higiene personal de 34 preguntas tomadas y adaptadas del manual CAP de la FAO mediante internet. Para determinar las preguntas que requerían retroalimentación las respuestas de cada una fueron analizadas según los puntos de corte que indica el manual CAP. En la etapa 2 los participantes fueron divididos al azar en dos grupos, control (CON, M=59, H=41) e intervención (INT, M=48, H=52). Se aplicó una intervención educativa al grupo INT mediante el envío de cuatro infografías por semana durante cinco semanas, a través de la aplicación de mensajería instantánea WhatsApp. En la etapa 3, se aplicó por segunda ocasión la encuesta CAP a ambos grupos. Finalmente, para evaluar la efectividad de la intervención se realizó un análisis ANOVA mixto con un nivel de significancia  $\alpha=0.05$ , en el software libre RStudio versión 4.1.0. Además, se realizó una prueba post-ANOVA Bonferroni con un nivel de significancia  $\alpha=0,05$  para determinar

diferencias estadísticas significativas entre grupos antes y después de la intervención en cada grupo.

**Resultados.** En la etapa 1 los porcentajes promedio de respuestas correctas en las secciones de inocuidad alimentaria e higiene personal fueron 63,0% y 78,0%, respectivamente. En la sección de inocuidad alimentaria las prácticas potencialmente peligrosas y más alarmantes identificadas fueron el lavado de carnes (99,0%) y el lavado de huevos (86,0%). Además, sólo el 25,5% conoce el método idóneo de descongelamiento de carnes. En la sección de higiene personal se identificó como práctica peligrosa el no usar delantal para preparar alimentos (71,5%) y el desconocimiento de propagación de enfermedades virales si no se utilizan barreras de protección (59,5%); no obstante, el 94,5% demostraron conocimientos idóneos de técnica de lavado de manos. Posterior a la intervención realizada en la etapa 2 en la etapa 3 se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $p<0,05$ ) entre los grupos CON e INT. En el grupo INT se evidenció en la sección de inocuidad de alimentos incrementos estadísticamente significativos ( $p<0,05$ ) en conocimientos y prácticas en 10,7% y 26,3%, respectivamente. Además, en la sección de higiene personal se evidenciaron incrementos estadísticamente significativos ( $p<0,05$ ) en conocimientos y actitudes en un 12,3% y 8,3%, respectivamente. Mientras en el grupo CON no se encontraron diferencias significativas ( $p>0,05$ ) debido a que no recibieron retroalimentación.

### Conclusiones.

La herramienta educativa empleada fue efectiva para mejorar conocimientos y prácticas en inocuidad alimentaria. Además, fue efectiva para mejorar conocimientos y actitudes en higiene personal. Al finalizar la intervención, el grupo INT en la sección inocuidad disminuyó prácticas peligrosas como lavado de carnes y huevos. Además, aumentó el porcentaje de participantes que conocían el método idóneo de descongelamiento de carnes. Finalmente, en la sección higiene personal se destacó el incremento de participantes que conocían que la propagación de enfermedades virales si no se utilizan barreras de protección.

### Bibliografía.

1. McIntyre L., Vallaster L., Wilcott L., Henderson S., Kosatsky T. (2013). *Food Control*. Vol (30): 150-156.
2. Hardstaff J., Clough H., Lutje V., McIntyre K., Harris J., Garner P., O'Brien S. (2018). *Foodborne and Food-Handler*. Vol (15): 589-597.
3. Worsfold D., Griffith C., Worsfold P. (2004). *British Food Journal*. Vol (106): 51-64.

## EFECTO DE LA ADICIÓN DE MICROENCAPSULADO DE ACEITE DE SACHA INCHI (*Plukenetia volubilis*) Y CHÍA (*Salvia hispánica*) EN EL TIEMPO DE VIDA ÚTIL DE UN SUPLEMENTO ALIMENTICIO

Arturo Basantez, Orestes López, Mayra Paredes.

Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencia en Ingeniería en Alimentos y Biotecnología. Ambato-180108, bsntz10@gmail.com

Palabras clave: Microencapsulación, Suplemento alimenticio, Estabilidad oxidativa

**Introducción.** La inclusión de aceites ricos en ácidos grasos (AG) poliinsaturados a productos alimenticios representa un gran desafío debido a la baja estabilidad y la poca aceptabilidad de sus atributos sensoriales. Sin embargo, la microencapsulación, es una tecnología que permite aprovechar su adición en diferentes matrices alimenticias (1).

Pruebas de microencapsulación, han demostrado efectividad para mantener el contenido de ácidos grasos después del tratamiento (2). En esta investigación se planteó el estudio del efecto de la adición de microencapsulado de una mezcla de aceites de Sacha Inchi y Chía en el tiempo de vida útil de un suplemento alimenticio, empleando como medida la rancidez oxidativa a condiciones aceleradas.

**Metodología.** Para obtener el microencapsulado (MC) se utilizó una mezcla de goma arábica y maltodextrina, en agua destilada y una carga de mezcla aceites del 33%. La emulsión se llevó al secador por aspersión, a temperatura de entrada a 150 °C y de salida de 90 °C (3). Para la determinación del aceite libre se empleó el método AOAC 2003.06 utilizando un extractor Soxhlet con éter de petróleo. La caracterización morfológica de las microcápsulas se llevó a cabo en un microscopio electrónico (VSCANVEGA3 SEM), se analizó su morfología, superficie y tamaño. Mientras que la caracterización con espectroscopía infrarroja se realizó con el espectroscopio infrarrojo Jasco FT/IR-4100, a un rango espectral de 550 cm<sup>-1</sup> hasta 4000 cm<sup>-1</sup>. Para la determinación de la estabilidad oxidativa se empleó el método AOCS Cd12c-16, en el reactor Oxitest (Modelo V02M2U- Velp Científica), con dos muestras, correspondientes al suplemento sin MC (SP1) y al suplemento con adición de 8.2 % de MC (SPMC1). Las condiciones del análisis fueron: presión 6 bar, temperaturas (90, 100, 110 °C) por un tiempo de 90 horas. Además, para la estimación de vida útil a temperatura ambiente se tomó en cuenta 15 °C y 20 °C, temperaturas promedio de la ciudad de Ambato (4). Finalmente, los análisis estadísticos se realizaron con el software STATGRAPHICS Centurion XVIII.

**Resultados.** La eficiencia de microencapsulación fue 68.20 % y 10.49 % de aceite libre, lo cual es aceptable según comparación de resultados obtenidos por otros autores (5,6) quienes concuerdan que estos resultados son influenciados por el tipo de material encapsulante, la carga de aceite y las condiciones del proceso de microencapsulación. Sin embargo, los valores presentados son relevantes y competitivos, por tanto, aceptables.

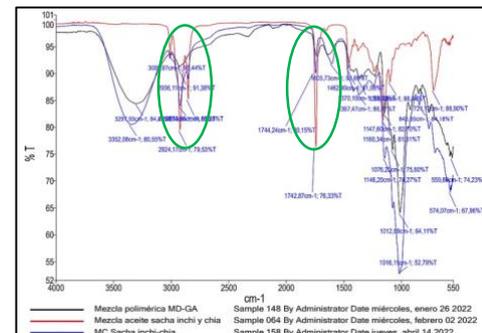


Fig. 1. Espectros infrarrojos de la mezcla polimérica, mezcla de aceites y MC. Reducción de picos característicos de los AG de la mezcla de aceite en el MC (Elipses verdes).

La Figura 1 muestra una disminución de las bandas características de los ácidos grasos en el aceite microencapsulado, por lo que se deduce que los aceites estaban protegidos por la mezcla de polímeros, además, la caracterización con microscopía electrónica reveló MC con paredes lisas y sin grietas. En el análisis de estabilidad oxidativa los tiempos de inducción (IP) disminuyeron al incrementarse la temperatura de análisis, se identificó que las muestras (SPMC1) exhibieron IPs menores. En la comparación de tiempos de vida útil, se observó un mayor tiempo de estabilidad en la muestra SP1 a 15 °C donde el tiempo de vida útil estimado fue de 3.32 meses y se redujo a 0.37 meses al adicionarle MC. Mientras que, las muestras con menor tiempo de conservación fueron las de SPMC1 a 20 °C, pasando de un promedio de 2.03 meses a 0.25 meses. Lo que demostró que la adición de MC y la temperatura almacenamiento influyen en la reducción de tiempo de almacenamiento del suplemento.

**Conclusiones.** La inclusión de MC tiene un efecto positivo en las propiedades organolépticas, demostrando que la MC mediante secado por aspersión permite el tratamiento y utilización de materiales bioactivos, posibilitando su inclusión con éxito en matrices alimentarias. Sin embargo, se evidenció una disminución de tiempo de vida útil, en una matriz libre de conservantes y la influencia de empaque.

### Bibliografía.

- Lozano, C., Córdoba, D., y Córdoba, M. (2012). *Manual de tecnología farmacéutica* (1st ed.). Barcelona: Elsevier. España, S.L.
- López, O., Vicente, R., Rodríguez, E., Gonzalez, V., Nogueira, A., González, M. (2015). *Alimentos, Ciencia e Investigación*, 23(1), 60–64.
- Pastuña, A., López, O., Debut, A., Vaca, A., Rodríguez-Leyes, E., Vicente, R., y Tapia, F. (2016). *Revista Colombiana de Ciencias Químico-Farmacéuticas*, 45(3), 422–437.
- Solís, M. (2018). Tesis de posgrado. UTA, Ambato.
- Bae, E. K., y Lee, S. J. (2008). *Journal of Microencapsulation*, 25(8), 549–560.
- Castejón, N., Luna, P., y Señoráns, F. J. (2021). *LWT-Food Science and Technology*, 148.

## ACTIVIDAD ANTIBIOFILM DE MIELES DE ABEJAS SIN AGUIJÓN NATIVAS DE ECUADOR (TRIBU: MELIPONINI) SOBRE PATÓGENOS MULTIRRESISTENTES

Fausto Cabezas-Mera<sup>a</sup>, Irina Villacrés-Granda<sup>b,c</sup>, Eduardo Tejera<sup>c</sup>, José M. Álvarez-Suárez<sup>d</sup>, António Machado<sup>a\*</sup>

<sup>a</sup> Universidad San Francisco de Quito USFQ, Colegio de Ciencias Biológicas y Ambientales COCIBA, Instituto de Microbiología, Quito, Ecuador

<sup>b</sup> Programa de Doctorado Interuniversitario en Ciencias de la Salud, Universidad de Sevilla, Sevilla, Spain

<sup>c</sup> Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias Aplicadas, Grupo de Bioquimioinformática, Universidad de Las Américas (UDLA), Quito, Ecuador

<sup>d</sup> Departamento de Ingeniería en Alimentos. Colegio de Ciencias e Ingenierías. Universidad San Francisco de Quito (USFQ), Quito, Ecuador.

\*Email: amachado@usfq.edu.ec

*Palabras clave: Meliponini, mieles, biofilms.*

**Introducción.** La miel producida por abejas sin aguijón (Tribu: *Meliponini*) ha sido objeto de un creciente interés debido a su actividad antimicrobiana, que durante mucho tiempo ha sido explotada por las comunidades precolombinas (1). La producción melífera de abejas sin aguijón es muy pequeña en comparación con la producción de abejas domesticas (*Apis mellifera*), por lo que su uso está más dirigido a posibles fines terapéuticos (2–4), especialmente en pacientes con heridas, prótesis, quemaduras y/o infecciones oculares, donde frecuentemente se asocian con microorganismos formadores de biofilm. Sin embargo, poco se sabe sobre los mecanismos implicados. El objetivo de este trabajo fue explorar la posible actividad antibiofilm de la miel en patógenos resistentes de interés clínico.

**Metodología.** Se llevaron a cabo ensayos de inhibición y erradicación de biofilms de 24 horas con diferentes microorganismos. Se evaluaron 35 muestras producidas por 10 especies de abejas sin aguijón de diferentes provincias del Ecuador, más exactamente, Tungurahua, Pastaza, El Oro, Los Ríos y Loja. La actividad antibiofilm fue evaluada mediante cuantificación de biomasa y microscopía electrónica de barrido.

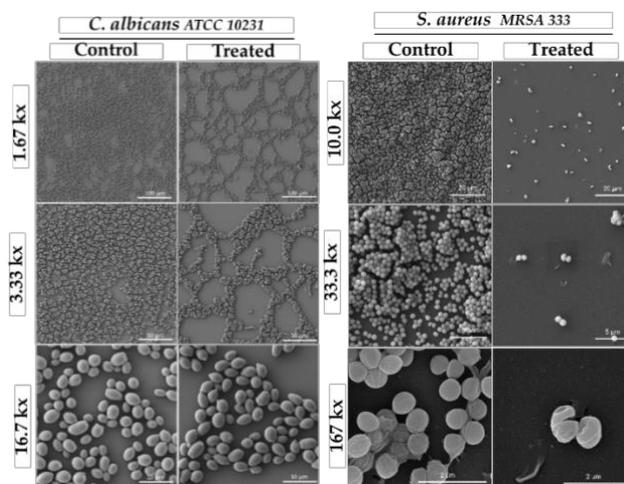
**Resultados.** Nuestros datos preliminares mostraron una reducción de la biomasa en las etapas iniciales de la formación del biofilms (inhibición) aunque pierde actividad frente a biofilms preestablecidos (erradicación) especialmente en los patógenos bacterianos.

**Tabla 1.** Resumen de la mayor reducción de biomasa de muestras de miel de las especies de abejas sin aguijón selectas

Microorganismo	Muestra	Origen	Especie	Inhibición Biomasa, % (SD)	Erradicación Biomasa, % (SD)
<i>C. albicans</i> ATCC 10231	LO40	Loja	<i>S. problanca</i>	20.0 (8.1)	61.0 (12.2)
<i>C. tropicalis</i> V546	LO53	Loja	<i>S. problanca</i>	27.7 (4.6)	43.9 (18.4)
<i>S. aureus</i> ATCC 25923	OR24.1	El Oro	<i>M. indecisa</i>	22.9 (3.3)	104.0 (4.5)
<i>S. aureus</i> MRSA 333	LR34	Los Rios	<i>Melipona</i> sp.	27.0 (10.2)	102.6 (5.0)
<i>K. pneumoniae</i> ATCC 33495	LO48	Loja	<i>S. problanca</i>	23.3 (2.6)	118.4 (14.5)
<i>K. pneumoniae</i> KPC 609803	OR24.1	El Oro	<i>M. indecisa</i>	36.8 (8.9)	92.2 (12.9)

El análisis por microscopía electrónica de barrido confirmó el fuerte efecto osmótico de la miel sobre la cepa MRSA 333, evidenciando un colapso de la estructura celular de la estructura del biofilm. En cuanto

a *C. albicans* ATCC 10231, se observó un cambio de una estructura con una distribución homogénea a una estructura reticulada con grandes espacios.



**Fig. 1.** Cambios morfológicos y microestructurales observados en *C. albicans* ATCC 10231 y MRSA 333

**Conclusiones.** Las mieles de abejas sin aguijón de Ecuador son un candidato prometedor para la investigación y el desarrollo de nuevas moléculas contra los microorganismos formadores de biopelículas.

**Agradecimiento.** Este trabajo fue financiado en colaboración de la Universidad San Francisco de Quito y Universidad de las Américas.

### Bibliografía.

- Vit P, Pedro SRM, Vergara C, Deliza R. Ecuadorian honey types described by Kichwa community in Rio Chico, Pastaza province, Ecuador using Free-Choice Profiling. Revista Brasileira de Farmacognosia. 2017 May 1;27(3):384–7.
- Rao PV, Krishnan KT, Salleh N, Gan SH. Biological and therapeutic effects of honey produced by honey bees and stingless bees: a comparative review. Revista Brasileira de Farmacognosia. 2016 Sep 1;26(5):657–64.
- Zulkhairi Amin FA, Sabri S, Mohammad SM, Ismail M, Chan KW, Ismail N, et al. Therapeutic properties of stingless bee honey in comparison with european bee honey. Advances in Pharmacological Sciences. 2018;2018.
- Patricia V, Oliverio V, Triny L, Favián M. Meliponini biodiversity and medicinal uses of pot-honey from El Oro province in Ecuador. Emirates Journal of Food and Agriculture. 2015;27(6):502–6.

## ALIMENTOS PROCESADOS. DETALLE Y CONTENIDO DE GRASAS

Maritza Castillo y Ruth Martínez. Universidad Técnica Particular de Loja, Departamento de Química. Loja 1101608, mjcastillo1x@utpl.edu.ec

*Palabras clave: alimentos procesados, etiqueta, grasas.*

**Introducción.** El etiquetado nutricional de los alimentos es una herramienta poderosa que brinda información importante sobre los nutrientes y su aporte al valor recomendado de consumo. Las grasas constituyen el principal nutriente energético y en función a su origen, se determina la calidad que viene dada por el tipo de ácido graso presente.

El presente trabajo se enfocó en evaluar el contenido y tipo de grasa declarada en la etiqueta alimentos procesados.

**Metodología.** Se trabajó con 299 etiquetas de alimentos procesados disponibles en supermercados de cadena nacional, local y tiendas de barrio de cuatro ciudades del sur de Ecuador entre diciembre de 2019 a marzo del 2020, y marzo del 2021. Los alimentos se codificaron y organizaron en 4 grupos y 11 subgrupos en base a los lineamientos de Latinfoods. Se creó una base de datos con el detalle de la grasa total, saturada (GS), monoinsaturada (GM), poliinsaturada (GP), *trans*, colesterol y energía; expresada en 100g de alimento; se incluyó también la lista de ingredientes. Se evaluó posibles incumplimientos a la normativa ecuatoriana de rotulado (1) y se comparó el aporte de grasa total, saturada y *trans* de acuerdo a los lineamientos del Modelo de perfil de nutrientes de la Organización Panamericana de la Salud (2).

**Resultados.** El 97% de los alimentos estudiados son de marcas ecuatorianas y el resto, de países como EEUU, Colombia y Alemania. La mayor variedad de marcas estuvo en los yogures (25), bocaditos de sal (21) y atunes (18). En la figura 1, se observa los tres grupos mayoritarios de alimentos estudiados: bocaditos salados (19,7%) conformado con alimentos fritos elaborados con papa, plátano, yuca, maíz; en segundo lugar, los yogures a base de leche de vaca (17,4%) y por último los atunes enlatados en aceite o agua (15,7%).

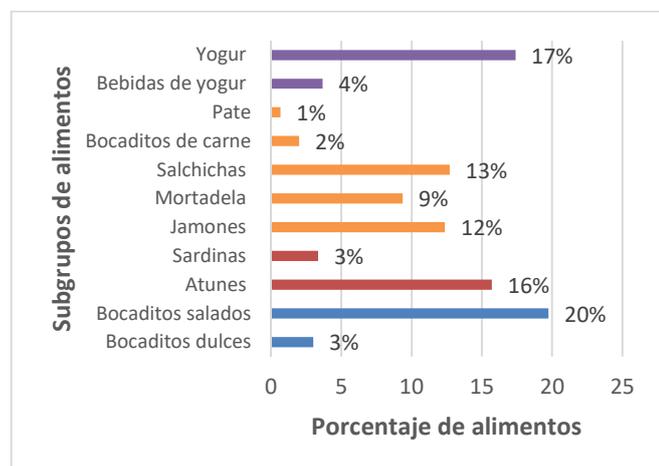


Fig. 1. Alimentos procesados estudiados según cada subgrupo

El mayor contenido de grasa total se presentó en los bocaditos de sal (30g/100g), bocaditos de carne (31g/100g) y bocaditos de dulce (27g/100g); con una proporción de 1:1 para las grasas saturadas y monoinsaturadas; mientras que las poliinsaturadas no superan el 15%.

Del grupo de carne y derivados, luego de los bocaditos, las salchichas son las que mayor cantidad de grasa total reportan (15-18g/100g) y los jamones los que tienen menor contenido (2,8g/100g) a excepción del jamón serrano que reporta 18g/100g. Las salchichas y mortadelas Tipo I que representan el 68 y 39% dentro de cada subgrupo respectivamente; reportan mayor contenido de grasa y pasa lo mismo con los jamones Tipo II.

Con más del 50% de grasas poliinsaturadas, se destacan las sardinas en aceite de soya, atunes en aceite de soya y aceite de girasol; así como también las sardinas en salsa de tomate con el 36% de GP y paté con 29% de GP. Mientras que las grasas monoinsaturadas sobresalen en los atunes con aceite de oliva (58% GM), pero también con valores entre el 40 y 50%, los bocaditos dulces, mortadelas, salchichas y paté. Por otro lado, las grasas saturadas prevalecen mayoritariamente en alimentos como yogures (65%), bebidas de yogur (57%) y bocaditos de sal (45%).

En cuanto al colesterol los subgrupos que presentaron mayor contenido fueron las sardinas, paté, bocaditos de carne y salchichas. El aceite vegetal (28,8%) sin identificar de que tipo, la grasa de cerdo (19,5%) y el aceite de girasol (8,1%), aparecen con mayor frecuencia en la lista de ingredientes. Los 4 grupos de alimentos exceden (>80%) el aporte de energía procedente de la grasa total ( $\leq 30\%$ ) y saturada ( $\leq 10\%$ ), según el perfil de la OPS. Finalmente, el 28% de alimentos presenta alto contenido de grasa, el 55% medio y el 13% bajo.

**Conclusiones.** Los alimentos estudiados presentan una importante cantidad de grasa y debido a los requisitos normativos para declarar los tipos de grasa, en algunos casos se dificulta su evaluación. El estudio permitió constatar el poder que el etiquetado tiene para la correcta elección de los alimentos por parte del consumidor, basado en el contenido y tipo de grasa que presentan.

### Bibliografía.

1. Instituto Ecuatoriano de Normalización. Rotulado de productos alimenticios para consumo humano. Parte 2. Rotulado nutricional. Requisitos [Internet]. INEN, NTE INEN 1334-2:2011 Ecuador; 2011 p. 16.
2. Organización Panamericana de la Salud. Modelo de perfil de nutrientes de la Organización Panamericana de la Salud. Washington D.C; 2016.

## EVALUACIÓN DEL CONTENIDO DE PROTEÍNA, TIAMINA, RIBOFLAVINA, PERFIL DE TEXTURA Y PROPIEDADES SENSORIALES DE TALLARINES SUPLEMENTADOS CON HARINA DE MORINGA GERMINADA

Karín E. Coello<sup>a</sup>; Juana Frias<sup>b</sup>; Cristina Martínez-Villaluenga<sup>b</sup>; Elena Peñas<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Escuela Superior Politécnica del Litoral, ESPOL, FIMCP, Campus Gustavo Galindo Km 30.5 Vía Perimetral, P.O. Box 09-01-5863, Guayaquil, Ecuador; <sup>b</sup>Institute of Food Science, Technology and Nutrition (ICTAN-CSIC), José Antonio Novais 6, Madrid 28040, Spain Autor de correspondencia: kcoello@espol.edu.ec

*Palabras clave: moringa, germinación, pasta.*

**Introducción.** La fortificación de pasta alimenticia con harina de germinados de moringa<sup>1</sup>, constituiría una estrategia interesante para mejorar el perfil nutricional y los beneficios para la salud de consumidores que aprecian este tipo de productos. Siendo la textura una propiedad clave para la aceptación por parte del consumidor, puede verse afectada al incorporar ingredientes innovadores como la harina de moringa germinada (HMG). El objetivo de este trabajo fue evaluar la incorporación de HMG, sobre el contenido nutricional y el perfil de textura y propiedades sensoriales de tallarines suplementados con este ingrediente.

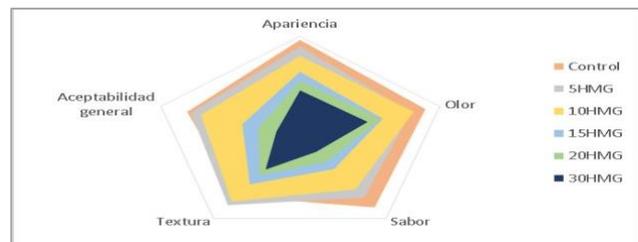
**Metodología.** La HMG empleada en la elaboración de los tallarines, se obtuvo en condiciones óptimas de germinación<sup>2</sup>. Se ensayaron seis formulaciones de tallarines incorporando HMG: 0% (Control), 5% (5HMG), 10% (10HMG), 15% (15HMG), 20% (20HMG) y 30% (30HMG). Se cuantificó el contenido de proteína, tiamina y riboflavina en cada formulación. Se realizaron ensayos TPA con software TexturePro CTR, determinándose: dureza, elasticidad, pegajosidad, masticabilidad, adhesividad y cohesividad en los tallarines enriquecidos con HMG, así como en el control y, se evaluaron sus atributos sensoriales: apariencia, sabor, olor, color, textura y aceptabilidad general.

**Resultados.** La disminución de dureza en las formulaciones suplementadas con HMG fue proporcional a la cantidad de HMG adicionada. Se observó una tendencia similar en los parámetros de elasticidad, pegajosidad y masticabilidad, que disminuyeron al aumentar los niveles de HMG. No se observó diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) en la adhesividad, con la excepción de las formulaciones con 15 y 20%, que mostraron menores valores que la control.

**Tabla 1.** Contenido de proteína (g/100 g d.m.), tiamina y riboflavina ( $\mu\text{g}/100$  g d.m.) del control y de las formulaciones de tallarines enriquecidos con HMG.

	Proteína	Tiamina	Riboflavina
Control	12.00 $\pm$ 0.02 <sup>a</sup>	200.52 $\pm$ 11.67 <sup>a</sup>	72.59 $\pm$ 1.98 <sup>a</sup>
5HMG	13.56 $\pm$ 0.10 <sup>b</sup>	223.06 $\pm$ 8.70 <sup>b</sup>	92.31 $\pm$ 3.28 <sup>b</sup>
10HMG	14.17 $\pm$ 0.04 <sup>c</sup>	225.63 $\pm$ 15.03 <sup>b</sup>	99.35 $\pm$ 4.30 <sup>c</sup>
15HMG	14.15 $\pm$ 0.06 <sup>c</sup>	247.70 $\pm$ 17.17 <sup>c</sup>	96.20 $\pm$ 4.16 <sup>bc</sup>
20HMG	14.83 $\pm$ 0.02 <sup>d</sup>	250.87 $\pm$ 12.04 <sup>c</sup>	104.90 $\pm$ 3.67 <sup>d</sup>
30HMG	16.04 $\pm$ 0.02 <sup>e</sup>	282.53 $\pm$ 22.42 <sup>d</sup>	115.37 $\pm$ 5.13 <sup>e</sup>

Todas las formulaciones con HMG mostraron valores de cohesividad cercanos a 1, indicador de buena calidad en una pasta. Además, la adición de HMG incrementó el contenido de proteína (1,1-1,3 veces), tiamina (1,1-1,4 veces) y riboflavina (1,3-1,6 veces) en los tallarines fortificados, siendo el incremento proporcional a la cantidad de HMG incorporada en los tallarines (Tabla 1). Las propiedades sensoriales de la pasta no se vieron significativamente afectadas por la adición de HMG ( $p \leq 0,05$ ) hasta un 10 %, pero en mayor proporción tuvo un efecto negativo (Fig. 1).



**Fig. 1.** Atributos sensoriales de los tallarines control y de las cinco formulaciones de tallarines enriquecidas con HMG.

**Conclusiones.** Los contenidos de proteína, tiamina y riboflavina aumentaron en la pasta a medida que se incrementó la cantidad de HMG. No se observaron diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) en el perfil de textura entre las formulaciones de pasta control y enriquecidas con 5-15% de HMG. La incorporación de HMG hasta el 10% no afectó a la calidad sensorial de la pasta y su aceptabilidad general no tuvo diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) con la pasta control. La adición de HMG en cantidades superiores al 10% causó una reducción de todos los atributos sensoriales evaluados, siendo el sabor y la textura los más afectados. La valoración más baja recibida por los tallarines que contenían las mayores cantidades de harina de moringa germinada (30HMG) podría correlacionarse con la disminución de la dureza, pegajosidad y masticabilidad observada en el análisis del perfil de textura.

**Agradecimiento.** Este estudio ha sido financiado por las subvenciones AGL2015-67598-R (MINECO/FEDER, UE), AGL2017-83718-R (AEI/FEDER, UE) y el proyecto intramural CSIC 2018701097.

### Bibliografía.

- Coello K., Frías J., Martínez-Villaluenga C., Cartea M., Abilleira, R., Peñas E. (2020). *Foods*, 9(11), 1639.
- Coello, K., Peñas, E., Martínez-Villaluenga, C., Cartea, M., Velasco, P., & Frias, J. (2021). *Food Chem.*, 360,130032.

## SÍNTESIS ECOLÓGICA DE TENSIOSACTIVOS PARA SU APLICACIÓN COMO AGENTES DE LIMPIEZA Y BIOCONTROL INSPIRADOS EN LA NATURALEZA

Iana Cruz<sup>1</sup>, Mirian Villaviencio<sup>2</sup>, Luis Plaza<sup>1</sup>, Diana Coello<sup>1</sup>, Jonathan Coronel León<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Escuela Superior Politécnica del Litoral, ESPOL, Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción, Campus Gustavo Galindo, Km 30.5, Vía Perimetral, P.O. Box 09-01-5863 Guayaquil, Ecuador.

<sup>2</sup> Escuela Superior Politécnica del Litoral, ESPOL, Centro de Investigaciones Biotecnológicas del Ecuador (CIBE), Campus Gustavo Galindo, Km 30.5, Vía Perimetral, P.O. Box 09-01-5863 Guayaquil, Ecuador.

*Palabras clave: control biológico, biofilms, inocuidad alimentaria*

**Introducción.** En la actualidad, la presión social, política y económica ha contribuido al desarrollo e inclusión de procesos biológicos en productos esenciales de la vida cotidiana. Cada vez es más común encontrar la etiqueta con el término BIO. Sin embargo, los productos sintéticos como los tensioactivos se distribuyen en los mercados con pocas o ninguna restricción. A nivel mundial, la producción de compuestos tensioactivos ronda los 17 M ton/año, con un crecimiento esperado del 3-4% anual. Estas moléculas son ampliamente utilizadas en la industria de la limpieza, textil y agroalimentaria. Sin embargo, el uso continuo de esos agentes sintéticos ha causado problemas ambientales debido a su naturaleza recalcitrante [1]. Por lo tanto, se necesitan con urgencia nuevos tensioactivos ecológicos. En este sentido, los tensioactivos microbianos o biotensioactivos (BS) están ganando interés en la industria y la academia como alternativa a los tensioactivos sintéticos tradicionales [2]. En este sentido la presente investigación se ha centrado en el uso de *Bacillus subtilis*, cepa endófito de cultivo de cacao para la producción de surfactina y fengycina como potenciales agentes de desinfección en la industria agroalimentaria.

**Metodología.** El desarrollo de este trabajo inicio con la purificación y caracterización de las moléculas tensioactivos producidos por *B. subtilis*. Para lo cual se utilizaron técnicas de cromatografía en capa fina y columna para purificación de los compuestos y espectrometría de masa por electrospray (ESI/MS) para la determinación del peso molecular de los productos [3]. Las etapas posteriores se enfocaron en el uso de surfactina y fengycina. Primero se evaluó la actividad antimicrobiana y antibiofilm de la surfactina contra las cepas *Escherichia coli* ATCC 11775, *Staphylococcus aureus* ATCC 12600, y *Listeria monocytogenes* ATCC 19115. Además, de la inclusión de surfactina en un proceso de limpieza abierto en una planta piloto de procesamiento de carnes [4]. Con el compuesto fengycina se evaluó la actividad antifúngica y el mecanismo de acción contra los patógenos *Moniliophthora roreri* y *Moniliophthora perniciosa* que afectan el cultivo de cacao.

**Resultados.** La aplicación de surfactina para el control de biofilm demostró que este compuesto es capaz de evitar el desarrollo de biofilms, mostrando inhibición en más del 90 % de *E. coli*, *S. aureus* y *L. monocytogenes* por encima de 2000 ppm. Adicionalmente es capaz de remover biofilms, reportando una reducción significativa de 50.10% *E. coli*, 55.77% *S. aureus*, y 59.44% *L.*

*monocytogenes* en una concentración mayor de 250 ppm de surfactina. Finalmente, se determinó que el reemplazo del lauril éter sulfato de sodio (SLES) por surfactina logra la disminución de microorganismos aerobios mesófilos y coliformes totales en equipos y utensilios utilizados en el procesamiento de embutidos. Por otro lado, la concentración mínima inhibitoria de la fengycina contra *M. perniciosa* y *M. roreri* fue 0,07 y 0,035 mg/mL, respectivamente. En ambos casos el modo de acción fue fungistático provocando la granulación hinchada y la fragmentación de las hifas de ambos fitopatógenos.

**Conclusiones.** Los esfuerzos para encontrar nuevos tensioactivos han aumentado durante la última década, debido a que pueden utilizarse en diferentes sectores industriales gracias a sus propiedades únicas. En este trabajo se ha logrado desarrollar un proceso para la obtención de dos compuestos cuyas propiedades biológicas los presentan como potenciales candidatos para aplicaciones industriales en diferentes áreas.

**Agradecimiento.** Este trabajo fue financiado por la Red Nacional de Investigación y Educación Ecuatoriana (Corporación Ecuatoriana para el Desarrollo de la Investigación y la Academia, CEDIA), Ecuador, a través del proyecto Formulación de sanitizantes a partir de tensioactivos microbianos y su aplicación en la industria alimentaria (CEPRA XIII 2019- 07-Biosanitizantes).

### Bibliografía.

- [1] R. Jahan, A. M. Bodratti, M. Tsianou, and P. Alexandridis, "Biosurfactants, natural alternatives to synthetic surfactants: Physicochemical properties and applications," *Advances in Colloid and Interface Science*, vol. 275. Elsevier B.V., Jan. 01, 2020. doi: 10.1016/j.cis.2019.102061.
- [2] E. Gayathiri, P. Prakash, N. Karmegam, S. Varjani, M. K. Awasthi, and B. Ravindran, "Biosurfactants: Potential and Eco-Friendly Material for Sustainable Agriculture and Environmental Safety—A Review," *Agronomy*, vol. 12, no. 3, p. 662, Mar. 2022, doi: 10.3390/agronomy12030662.
- [3] J. Coronel-León *et al.*, "Biosurfactant production by AL 1.1, a *Bacillus licheniformis* strain isolated from Antarctica: production, chemical characterization and properties," *Ann Microbiol*, vol. 65, no. 4, 2015, doi: 10.1007/s13213-015-1045-x.
- [4] I. Cruz Mendoza *et al.*, "Biosurfactant from *Bacillus subtilis* DS03: Properties and Application in Cleaning Out Place System in a Pilot Sausages Processing," *Microorganisms*, vol. 10, no. 8, p. 1518, Jul. 2022, doi: 10.3390/microorganisms10081518.

## DISEÑO DE UN SECADOR DE CACAO CON ADAPTACIÓN DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA PARA REDUCCIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO.

Emérita Delgado- Plaza, Juan Peralta -Jaramillo, José Reinoso-Tigre, Raúl Sarmiento, Fernando Yépez , Galo Durazno , Fausto Maldonado, Miguel Quilambaqui.

Escuela Superior Politécnica del litoral , ESPOL, CDTs, FIMCP, km 30.5 vía perimetral , Guayaquil, Ecuador. eadelgad@espol.edu.ec

*Palabras clave: cacao, secador híbrido, eficiencia energética .*

**Introducción.** Los productos agrícolas es un pilar fundamental de la economía del Ecuador. Muchos de ellos como los granos y cereales pasan por el proceso de secado para conservarlos por más tiempo. Durante este procesamiento se busca reducir el contenido de humedad del producto y con ellos evitar el rápido deterioro de este. A partir, del levantamiento de información de 18 secadores de cacao localizados en la provincia del Guayas, se analiza que el secado es el proceso que más consumo energético requiere desde el punto de vista de energía eléctrica y combustible fósil , siendo además energéticamente ineficiente entre 48 al 83% a partir de la cantidad de carga a secar . Partiendo de la premisa anterior, se diseña y construye secador híbrido funcional con energía fotovoltaica y GPL para una capacidad de 10 quintales de cacao.

**Metodología.** El trabajo inicia valorando la tecnología de secado de las áreas de Milagro, Naranjal y Naranjito donde se analizan la eficiencia energética de 18 secadores a partir del funcionamiento del equipo. A partir de ello, se procede a diseñar un secador híbrido considerando los parámetros de velocidad de secado, tiempo, humedad del producto, consumo energético, uso de materiales locales utilizando el concepto de economía circular, posteriormente se procede a la etapa de socialización del diseño a la comunidad seleccionada, para este caso es la Asociación Montubios primavera, que cuentan con un espacio disponible que será reutilizado para la construcción del secador. El diseño del secador seleccionado por la comunidad por su facilidad de manejo, consta de una cámara rectangular que utiliza gas, consta de un sistema de resorte que permite la vibración de la cámara para movimiento del cacao a partir de la programación deseada, energéticamente será abastecida por los sistemas fotovoltaicos que permite accionar los ventiladores, en relación al flujo de aire se distribuye uniformemente con ayuda de baffles . Finalmente, se procede a realizar pruebas de funcionamiento y puesta en marcha del equipo, que permitirá evaluar el consumo de energía y eficiencia del proceso.

**Resultados.** A partir de la valoración de los secadores artesanales con capacidad entre 10 a 30 quintales, tienen un rendimiento de secado del 16.4 % de cacao y los secadores semi industriales con capacidad de 60 a 100 quintales , alcanzan un rendimiento de secado entre 26 al 44 % el restante se consideran pérdidas energéticas.

El diseño del secador híbrido que permite una reducción de energía eléctrica al 100 % a partir de la adaptación de energías renovables, además de control de la temperatura de operación de 50 grados y una velocidad de viento uniforme , permitiendo el secado del producto a 6 horas de operación y a una humedad del 10 % ,

permitiendo que los agricultores puedan vender la saca de cacao al precio del mercado. Durante las pruebas de funcionamiento se determina que la eficiencia del secador alcanza el 89 % , Además, los costos de inversión inicial se reducen a partir de la reutilización de materiales y uso de materiales locales. En las siguientes figuras se presenta el secador híbrido

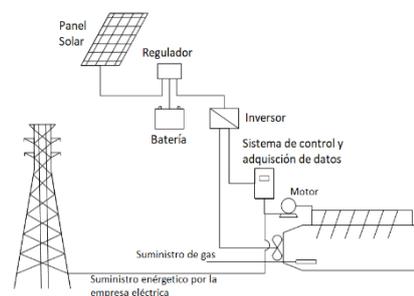


Fig. 1. Esquema del secador



Fig. 2. Secador construido

### Conclusiones.

Es fundamental empezar con la innovación tecnológica para el sector agroindustrial en donde se fundamente la eficiencia energética para el ahorro de combustible y electricidad en los equipos de secado. En consecuencia, este sector industrial deberá establecer a futuro acciones energéticas para sus procesos con el fin mejorar sus operaciones.

Se diseñó, construyó y evaluó un prototipo de secador que nos permite monitorear los parámetros operacionales, técnicos y energéticos para escalamiento industrial en el marco del criterio de los ODS.

**Agradecimiento.** SENESCYT , Red RIETI-CYTED.

### Bibliografía.

1. Ministerio de Agricultura y Ganadería, "Agricultura, la base de la economía y la alimentación". 2020
2. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, "Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua". 2019.
3. Delgado Plaza, E., 2014. Diseño, Modelo Matemático Y Construcción De Un Secadero Optimizado Con Energías Limpias. Doctorado En Energías Renovables Y Sostenibilidad Energética Facultad De Física. Santiago De Compostela

## EFFECTOS DE LA ADICIÓN DE SALVADO DE ARROZ ESTABILIZADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS Y FUNCIONALES DEL PAN

Cindy Espinales<sup>a</sup>, Adriana Cuesta<sup>a</sup>, Javier Tapia<sup>a</sup>, A. Sócrates Palacios<sup>a</sup>, Elena Peñas<sup>b</sup>, Cristina Martínez-Villaluenga<sup>b</sup>, Patricio J. Cáceres<sup>a\*</sup>

<sup>a</sup> Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción, Escuela Superior Politécnica del Litoral, ESPOL, Guayaquil, Ecuador. <sup>b</sup> Departamento de Caracterización, Calidad y Seguridad, Instituto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos (ICTAN-CSIC), 28006 Madrid, España

\*Correspondencia: pcaceres@espol.edu.ec; Tel.: +593-042-269-276; Fax: +593-042-269-399

**Palabras clave:** Salvado de arroz; pan; antioxidantes

**Introducción.** El arroz refinado, uno de los alimentos más consumidos a nivel mundial, genera millones de toneladas de subproductos, entre ellos el salvado de arroz (RB) [1], la capa fina que se encuentra entre el grano y la cascara. El RB es fuente de carbohidratos, lípidos, proteínas y fibra, además, posee un alto contenido de compuestos bioactivos ( $\gamma$ -oryzanol, fitoesteroles, polifenoles, etc) [2, 3]. El consumo de RB se asocia a la prevención y control de enfermedades crónicas como la diabetes y problemas cardiovasculares [4]. No obstante, por su alto contenido lipídico y por actividad de las lipasas, el RB debe pasar por procesos de estabilización térmica (SRB) antes de ser incorporado a otros alimentos [5].

La sustitución de la harina de trigo por otros ingredientes a base de cereales ricos en nutrientes durante la elaboración del pan ofrece un enfoque prometedor para mejorar la calidad nutricional del pan, al tiempo que proporciona un producto más saludable. El SRB representa una materia prima interesante para lograr estos propósitos. El objetivo de este estudio es analizar cómo afecta el uso de distintas concentraciones de SRB (10%, 15%, 20% and 25%) en el aspecto nutricional, reológico y funcional del pan.

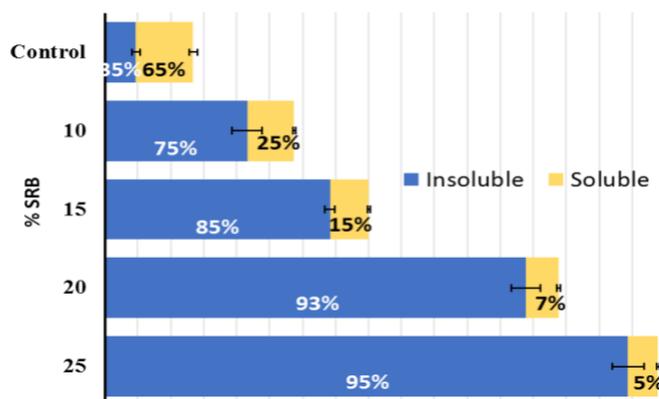
**Metodología.** Se analizaron 4 formulaciones de pan elaborado con distintas proporciones de SRB, que fue estabilizado en una autoclave a 120 °C y 5 psi por 20 min. El control es pan blanco con 100% harina de trigo. Se determinaron las propiedades de extensión y de mezclado de las masas de pan. La composición y características físicas de las muestras se establecieron por los métodos AOAC 926.05, 950.36, 935.38, 978.10 y 930.22 para la humedad, proteínas, grasas, fibra cruda y cenizas respectivamente. Para el análisis de la fibra dietaria se utilizó el método gravimétrico enzimático AACC 32-07.01 y para el contenido de  $\beta$ -glucanos se utilizó el método 995.16 AOAC. Se determinó el contenido de ácido fítico y  $\gamma$ -oryzanol por métodos espectrofotométricos. El contenido total de compuestos fenólicos (TPC) fue determinado con el método de Folin-Ciocalteu y la capacidad antioxidante por el método de absorción de radicales de oxígeno (ORAC). El análisis del ácido  $\gamma$ -aminobutírico (GABA) se hizo mediante cromatografía líquida (HPLC).

**Resultados.** Los resultados indicaron que la adición de harina SRB afectaron las propiedades de extensión de la masa como la tenacidad (hasta -20%), elasticidad (hasta -29%) y energía de deformación (hasta -48%) a medida que aumentaron las proporciones de sustitución de SRB en el pan. La reducción del contenido de gluten como resultado de la incorporación de SRB provoca una

menor fuerza de la masa y una menor capacidad de resistencia a la deformación.

Por otro lado, a medida que aumenta el porcentaje de SRB en el pan, con respecto al control, se incrementa el contenido de compuestos bioactivos. Hasta 327% en TPC, 200% en ORAC, 106% en el contenido de  $\gamma$ -oryzanol y 79% GABA. El contenido de fibra dietaria total se incrementó hasta 515%, sin embargo, la proporción de fibra soluble se reduce a medida que incrementa el porcentaje de SRB debido a que el aporte de salvado es en su mayoría fibra insoluble (Figura 1).

**Figura 1.** Incremento y variación en contenido de fibra dietaria en panes formulados con SRB.



**Conclusiones.** La sustitución de la harina de trigo sobre el 15% afecta significativamente a las propiedades reológicas de la masa y las características físicas del pan. La sustitución de la harina de trigo por SBR del 10 al 25 % en el pan da lugar a un aumento significativo de la actividad antioxidante total, la fibra dietaria total y los compuestos bioactivos, como el GABA y el  $\gamma$ -oryzanol.

**Agradecimiento.** Decanato de Investigación de ESPOL, Fundación Carolina y Grant AGL2017-83718-R funded by MCIN/AEI/10.13039/501100011033 and "ERDF A way of making Europe".

### Bibliografía

1. M. C. B. Santos *et al.*, *Process Biochemistry*, vol. 117, pp. 110–116, Jun. 2022, doi: 10.1016/J.PROCBIO.2022.03.021.
2. S. Feng, L. Wang, P. Shao, B. Lu, Y. Chen, and P. Sun, *Food Chem*, vol. 387, p. 132742, Sep. 2022, doi: 10.1016/J.FOODCHEM.2022.132742.
3. A. Fârcas, G. Dret, T. Daria Pop, B. Enaru, S. Socaci, and B. Bartolomé, *Nutrients*. 2021, doi: 10.3390/nu13113934.
4. E. C. Borresen and E. P. Ryan, *Wheat and Rice in Disease Prevention and Health*, pp. 301–310, Jan. 2014, doi: 10.1016/B978-0-12-401716-0.00022-2.
5. P. Pokkanta, J. Yuenyong, S. Mahatheeranont, S. Jiamyanguyen, and P. Sookwong, *Sci Rep*, vol. 12, no. 1, Dec. 2022, doi: 10.1038/s41598-022-11744-1.

## EFECTO DEL COMPLEJO AMILOSA-LÍPIDO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS DEL ARROZ DURANTE EL ALMACENAMIENTO EN CONDICIONES CONTROLADAS

Maria Angeles Garofalo<sup>1\*</sup>, Maria G. Corradini<sup>2</sup>, Fabiola Cornejo Zuñiga<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Escuela Superior Politécnica del Litoral, Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción, Guayaquil, Ecuador; <sup>2</sup>Department of Food Science and Arrell Food Institute, University of Guelph, Guelph, ON, Canada. \*Correspondencia: [mardgaro@espol.edu.ec](mailto:mardgaro@espol.edu.ec), [fcornejo@espol.edu.ec](mailto:fcornejo@espol.edu.ec), [mcorradi@uoguelph.ca](mailto:mcorradi@uoguelph.ca)

Palabras clave: arroz, envejecimiento natural, complejo amilosa-lípido

**Introducción.** El almacenamiento del arroz (*Oryza Sativa L.*) en silos o sacos durante al menos 6 meses es necesario para mejorar las características de textura y funcionalidad del arroz cocido [1]. El complejo amilosa-lípido es una de las interacciones que ocurren durante el almacenamiento del grano. Debido a que la temperatura y la disponibilidad de O<sub>2</sub> en el almacenamiento afecta a la estructura del almidón y lípidos del arroz [2], [3], también se podría inferir que influye en la formación complejo amilosa-lípido.

En base a este contexto, el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de las condiciones de temperatura y disponibilidad de O<sub>2</sub> durante el almacenamiento en la formación del complejo A-L y su potencial impacto en las propiedades fisicoquímicas del arroz con bajo contenido de amilosa.

**Metodología.** Se pesaron 100 g de arroz de grano largo recién cosechado y se colocaron en bolsas de polietileno sellados con y sin aire. Las muestras control se sellaron en fundas tejidas de polipropileno. Para el almacenamiento se utilizaron dos temperaturas de almacenamiento, 23±2°C y 4±2°C por 6 meses. El arroz fue analizado a intervalos de 0,60,120, y 180 días. Se determinó el contenido de amilosa y el índice del complejo amilosa-lípido mediante los métodos propuestos por [4], [5]. La dureza del arroz cocido se midió por análisis TPA. La capacidad de absorción de agua se determinó por la diferencia de peso antes y luego de la cocción del arroz.

### Resultados

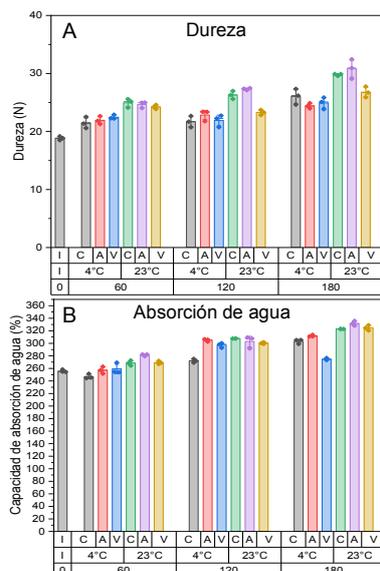


Fig. 1. Dureza (A) y capacidad de absorción de agua (B) del arroz cocido en condiciones controladas de almacenamiento. I: inicial; arroz empacado A: aire, V: vacío y C: control.

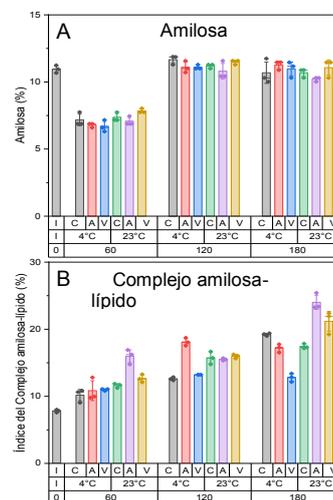


Fig. 2. Amilosa (A) y Complejo amilosa-lípido (B) del arroz cocido en condiciones controladas de almacenamiento. I: inicial; arroz empacado A: aire, V: vacío y C: control.

Los resultados mostraron un incremento gradual en la dureza (Fig. 1A) y capacidad de absorción de agua (Fig. 1B) durante el tiempo de almacenamiento, principalmente en muestras empacadas con aire y el control a 23°C. En cuanto al contenido de amilosa, éste disminuyó en todas las muestras empacadas a los 60 días de almacenamiento; sin embargo, este valor se incrementó hasta su valor inicial a los 120 y 180 días. El complejo amilosa lípido muestra un incremento en relación al tiempo de almacenamiento; especialmente en muestras de arroz empacadas con aire a 23°C que en muestras a 4°C. Además, se presentó una correlación positiva entre el complejo amilosa-lípido con la dureza ( $r \approx 0.8193$ ) y capacidad de absorción de agua ( $r \approx 0.9029$ ) del arroz cocido.

**Conclusiones.** La formación del complejo amilosa-lípido fue afectada significativamente por la temperatura, las condiciones de empacado del arroz y el tiempo de almacenamiento. Adicionalmente, este complejo también mostró una fuerte correlación positiva con la dureza y capacidad de absorción de agua del arroz cocido. La comprensión del complejo amilosa-lípido y su repercusión en las características de calidad del arroz cocido ayudaría a optimizar los procesos de envejecimiento tradicionales llevados a cabo en el país.

### Bibliografía.

- [1] S. Jungtheeranich, K. Tananuwong, and J. Anuntagool. 2017. *Int. J. Food Prop.*, vol. 20, no. 8, pp. 1904–1912.
- [2] K. Liu, Y. Li, F. Chen, and F. Yong. 2017. *Int. J. Food Sci. Technol.*, vol. 52, no. 1, pp. 188–195.
- [3] C. K. Reddy, D.-J. Lee, S.-T. Lim, and E. Y. Park. 2019. *Food Hydrocoll.*, vol. 89, pp. 856–863.
- [4] R. Hoover and W. S. Ratnayake. 2001. *Curr. Protoc. Food Anal. Chem.*, vol. 00, no. 1, p. E2.3.1-E2.3.5.
- [5] M. C. Tang and L. Copeland. 2007. *Carbohydr. Polym.*, vol. 67, no. 1, pp. 80–85.

## HIERARCHICAL MATERIALS BASED ON NANOCELLULOSE AND POLY(LACTIC ACID)

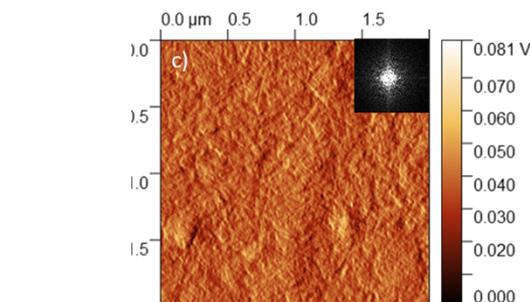
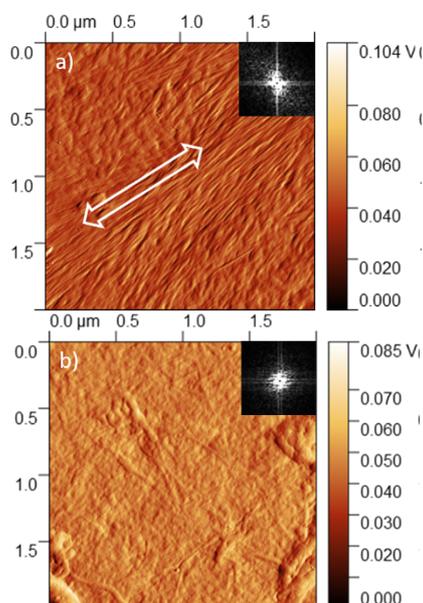
Manon Guivier, Chloé Chevigny, Giana Almeida, Sandra Domenek\*  
 Université Paris-Saclay, INRAE, AgroParisTech, UMR SayFood, 91120, Palaiseau, France.  
 sandra.domenek@agroparistech.fr

*Palabras clave: Food packaging, barrier properties, biodegradable polymers.*

**Introducción.** Nanocelluloses, i.e. cellulose nanocrystals and cellulose nanofibrils, have shown excellent gas barrier properties which makes them of the highest interest for the food packaging industry. However, the nanocelluloses moisture sensitivity thwarts these good gas barrier properties because at high relative humidity the water will start disturbing the nanocelluloses structure and facilitate the gas diffusion. A solution for this could be to protect nanocelluloses from water using a hydrophobic polymers, such as of polylactide (PLA). There have been many studies on the use of nanocelluloses as fillers in a PLA matrix. (1,2,3) However, the improvement of gas barrier properties was below expectations. Here we propose to change the architecture of the materials to multilayers in the aim to obtain high performance, even at high relative humidity.

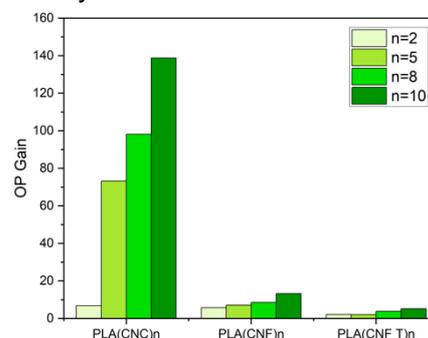
**Metodología.** We produced multilayer films with a bar coater by deposit layers of nanocelluloses on PLA. The lack of adhesion between PLA and nanocelluloses was resolved through the combined use of an intermediate polymer and plasma treatment. Different types of nanocelluloses were used: cellulose nanocrystals, cellulose nanofibrils and cellulose nanofibrils TEMPO-oxidized. Nanocellulose layers were characterized by scanning electron microscopy and atomic force microscopy. The effect of nanocelluloses coating on O<sub>2</sub> barrier properties and water vapor barrier properties was characterized using permeation measurements.

**Resultados.** The coverage of PLA films by nanocelluloses was achieved using chitosan as a tie layer.



**Fig. 1.** AFM peak force images of PLA films coated with 10 deposits of CNC (a), CNF (b) and CNF TEMPO (c) and their corresponding Fast Fourier Transformation images

The Figure 1 shows AFM pictures of different types of nanocellulose coatings. The cellulose nanocrystals showed orientation, which was confirmed by FFT images. Although the obtained layer thickness of the nanocelluloses was lower than 1  $\mu\text{m}$ , a gain in O<sub>2</sub> barrier properties of one order of magnitude was obtained (Figure 2). The performance was the same at 80 % relative humidity.



**Fig. 2.** Gain in oxygen barrier properties of coated PLA with respect to initial PLA

**Conclusiones.** The multilayer architecture is very efficient to obtain highly performing food packaging films and the protection of the nanocellulose layer by PLA allows to keep this performance over a large range of relative humidity.

**Agradecimiento.** The authors acknowledge the help of Jean-Marie Herry and Cyrille Sollogoub for the AFM images. The authors acknowledge the doctorate school ABIES for the PhD grant of Manon Guivier.

### Bibliografía.

1. Belbekhouche, S., Bras, J.; Siqueira, G.; Chappey, C.; Lebrun, L.; Khelifi, B.; Marais, S.; Dufresne, A. (2011) *Carbohydr. Polym.* 83 (4): 1740–1748.
2. Vatansever, E.; Arslan, D.; Nofar, M. (2019) *J. Biol. Macromol.* 137: 912–938.
3. Le Gars, M., Dhuiege, B., Delvart, A., Belgacem, M. N., Missoum, K., Bras, J. (2020) *Acs Omega* 5: 22816.

## EXTRACTOS DE COLA DE CABALLO (*EQUISETUM GIGANTEUM* Y *EQUISETUM BOGOTENSE*) CON POTENCIAL USO COMO ANTIFÚNGICO EN ALIMENTOS.

Juan S. Guamán Tenesaca, Marco A. Lazo-Vélez

Universidad del Azuay, Facultad de Ciencia y Tecnología, Grupo NutriOmincs, Cuenca, código postal 010107. malv@uazuay.edu.ec.

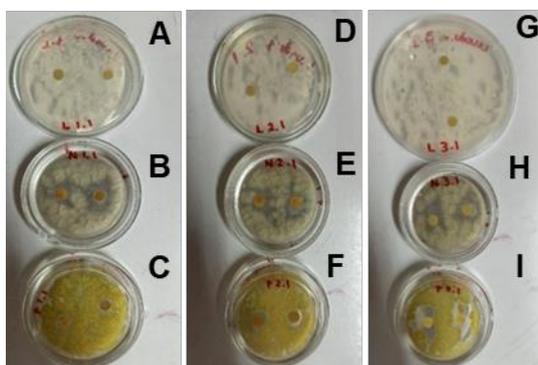
*Penicillium*, *Aspergillus niger*, Levadura.

**Introducción.** El género *Equisetum* está constituido por 15 especies conocidas coloquialmente como “colas de caballo”. La variedad *Equisetum giganteum* y *Equisetum bogotense* poseen propiedades antifúngicas, con potencial uso contra hongos xerófilos tales como: *Rhizopus sp.*, *Aspergillus sp.*, y *Penicillium sp.*, los cuales pueden contaminar el pan. Propiedad atribuible a los flavonoides, los cuales están distribuidos principalmente en las partes aéreas de la planta como son hojas, flores y frutos.

El objetivo de la presente investigación fue determinar si los extractos hídricos (EH), metanólicos (EM) o etanólicos (EE) de *E. giganteum* y *E. bogotense* poseen propiedades antifúngicas *in vitro* contra *Aspergillus niger* y *Penicillium sp.* a una concentración de 3 mg/mL.

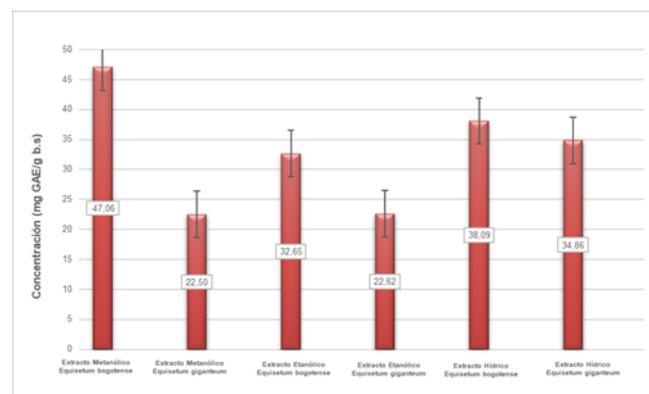
**Metodología.** Los extractos fueron preparados usando la técnica sugerida por (1) con modificaciones, a partir de material vegetal fresco de ambas especies, previamente lavados, deshidratados (17 °C por 48 h), pulverizados (50 µm) y almacenados a -20 °C. Para determinar la actividad antimicrobiana fue utilizado el método de difusión en disco propuesta por (2) con modificaciones. Para determinar la actividad *in vitro* fueron utilizadas cepas de *Aspergillus Niger* y *Penicillium sp.* (Universidad del Azuay) y una levadura comercial (*Saccharomyces cerevisiae*) como control. El contenido de fenoles totales fue obtenido mediante el método descrito por (3) con ligeras modificaciones.

**Resultados.** Dosis de 3 mg/mL de los extractos de *E. bogotense* y *E. giganteum* no afectaron el crecimiento de la levadura, en cambio afectó ligeramente el crecimiento de *Aspergillus niger*, y tuvo una mayor acción inhibitoria frente a *Penicillium sp.*



**Fig. 1.** Crecimiento *S. cerevisiae* (A, D, G), *A. niger* (B, E, H) y *Penicillium sp.* (C, F, I) tras 96 h de incubación con extracto metanólico (A, B, C), etanólico (D, E, F) e hídrico (G, H, I) de *E. bogotense* con concentración de 3 mg/mL.

El EM y EE de ambas especies no presentaron un efecto inhibitorio ante el crecimiento de *S. cerevisiae*, pero si un ligero efecto inhibitorio frente a *Aspergillus niger* y *Penicillium sp.* La mayor acción inhibitoria fue para el EH de ambas especies, sobre la cepa de *Penicillium sp.*, con halos de inhibición de 17 mm para *E. bogotense* y 16 mm para *E. giganteum*. El EH de *E. bogotense* mostró similar actividad antifúngica que el EH de *E. giganteum* ante la cepa *Penicillium sp.* pese a tener menor cantidad de compuestos fenólicos. Finalmente, Los EM, EE e EH de *E. bogotense* presentan mayores concentraciones de fenólicos que los extractos de *E. giganteum* (Fig. 2).



**Fig. 2.** Contenido de fenoles totales de los diferentes extractos de *E. bogotense* y *E. giganteum*.

**Conclusiones.** Los extractos hídricos de *E. bogotense* tiene potencial como antimoho para panificación, considerando que estos no afectaron el desarrollo de *S. cerevisiae*, pero si el de *Penicillium sp.* y ligeramente el de *Aspergillus niger*. Además, una menor concentración de fenólicos representó mejores actividades antifúngicas. Así, el tipo y la sinergia de los fenólicos en cada variedad deberían determinar su capacidad antifúngica.

**Agradecimiento.** al Ministerio del Ambiente, Agua y transición Ecológica, por la autorización de recolección código MAAE-ARSFC-2021-1419. Universidad del Azuay proyecto: 2019-0040.

**Bibliografía.** 1. Sanabria Galindo, A., Cárdenas, L., Parroquiano, M. (2002). Actividad antimicrobiana y examen fitoquímico preliminar de siete angiospermas y una muestra de propóleo. *Revista Colombiana de Ciencias Químico-Farmacéuticas*. 31: 36-42.  
2. Camacho, A., Giles, M., Ortegón, A., Palao, M., Serrano, B., & Velázquez, O. (2009). Método para la cuenta de mohos y levaduras en alimentos. 2ª ed. Facultad de Química, UNAM. México.  
3. Carciochi, R., Manrique, G. D. & Dimitrov, K. (2015). Optimization of antioxidant phenolic compounds extraction from quinoa (*Chenopodium quinoa*) seeds. *Journal of Food Science and Technology*, 52(7), 4396-4404.

# INACTIVACIÓN DE UN SUSTITUTO DE CORONAVIRUS EN MATERIAL DE EMPAQUE DE ALIMENTOS, UTILIZANDO AGUA ACTIVADA POR PLASMA (PAW) PRODUCIDA MEDIANTE UN TRATAMIENTO CON PLASMA ATMOSFÉRICO NO TÉRMICO DE ALTO VOLTAJE (HAVCP)

Fernanda Toscano<sup>1</sup>, Marbel Torres Arias<sup>1,2</sup>, Andrea Ortega<sup>3</sup>, Alexis Debut<sup>2</sup>, Eugenia Avila<sup>4</sup>, Haci Baykara<sup>3</sup>, Ximena Yopez<sup>3</sup>, Kevin Keener<sup>5</sup>.

<sup>1</sup> Departamento de Ciencias de la Vida y la Agricultura, Laboratorio de Inmunología y Virología, Cencinat, Gisah, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Av. Gral. Rumiñahui s/n, P.O. Box 171-5-231B, Sangolquí, Ecuador. <sup>2</sup> Centro de Nanociencia y Nanotecnología, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Av. Gral. Rumiñahui s/n, P.O. Box 171-5-231B, Sangolquí, Ecuador. <sup>3</sup> Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción, Escuela Superior Politécnica del Litoral, ESPOL, Km 30.5 Vía Perimetral, Guayaquil, P.O. Box 09-01-5863, Ecuador. <sup>4</sup> Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador. <sup>5</sup> School of Engineering, University of Guelph, Guelph, ON N1G 2W1, Canada.

**Palabras clave:** agua activada con plasma, sars-cov2, empaque.

**Introducción.** Debido a la crisis mundial acaecida por la pandemia de SARS-CoV-2, la industria alimentaria se ha visto en la necesidad de establecer mayor control en sus líneas de producción. En julio del 2020 se hallaron trazas de SARS-CoV-2 en la superficie de material de empaque de camarón blanco provista a Dalian & Xiamen Customs (China) por una empresa ecuatoriana, por lo que la implementación de controles estrictos en los procesos de limpieza y empaque fue necesaria.

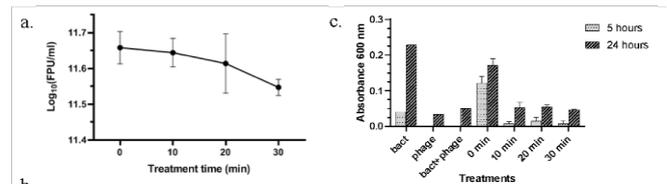
Aunque el riesgo de contagio del virus por contacto con superficies es menor que en la transmisión humano-humano, varios estudios se han realizado sobre superficies contaminadas y nuevos métodos de desinfección. Para productos que no pueden ser sometidos a tratamientos térmicos de desinfección, el uso de alternativas como el plasma no térmico para la inactivación de un amplio rango de microorganismos ha sido estudiado (1), tomando en cuenta el efecto citotóxico que tienen las especies reactivas generadas durante el tratamiento. Entre las principales tenemos al ozono, peróxido de hidrógeno (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), radicales oxidrilos (OH), nitritos (NO<sub>2</sub>-), nitratos (NO<sub>3</sub>-), entre otros. La concentración de dichas especies se ha relacionado directamente con la eficiencia en la inactivación microbiana (2). El tratamiento puede ser directo (sobre el objetivo biológico) o indirecto (sobre líquidos que se aplicarán a una superficie u objetivo, en este caso agua para la obtención de agua activada por plasma).

El presente estudio buscó evaluar el efecto del tratamiento indirecto con plasma atmosférico no térmico de alto voltaje (HAVCP por sus siglas en inglés) como método para reducir el riesgo biológico asociado a las superficies de empaque de camarón, empleando líneas celulares de pulmón (HFF and A549) y bacteriófago phi6 (φ) como sustitutos del SARS-CoV-2.

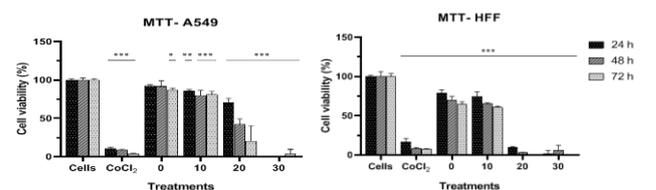
**Metodología.** Para la obtención de PAW, muestras de 60mL de agua estéril en un plato Petri se empacaron en cajas de polipropileno y se sellaron con una funda nylon. Se aplicó HAVCP a 90kW durante 0, 10, 20 y 30 min. Las muestras se incubaron a temperatura ambiente y luego de 24h se midió el pH y se cuantificó la concentración de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>- y NO<sub>3</sub>- . Para determinar el efecto del PAW sobre el fago, se cuantificó las PFU/mL a diferentes concentraciones de fago. Además, se analizó el efecto sobre fago en material de empaque. El

efecto sobre el ARN se determinó empleando extracción genómica antes y después del tratamiento. Para las líneas celulares se realizó un test de viabilidad aplicando técnicas colorimétricas, así como ensayos citotóxicos, de daño oxidativo al ADN, ensayos para medir la citólisis celular y de capacidad total antioxidante.

## Resultados.



**Fig. 1.** Efecto de PAW tratada a 0, 10, 20, and 30 min sobre (a) Perfil de inactivación, (b) Absorbancia de *Pseudomonas syringae* y Bacteriófago phi6 al exponerse a PAW tratada a 0, 10, 20, and 30 min.



**Fig. 2.** Ensayo MTT de viabilidad celular para A549 (izq.) y HFF (der.) a 24, 48 y 72h de exposición en PAW tratada a 0, 10, 20, and 30 min.

**Conclusiones.** El tratamiento con PAW redujo la concentración del fago y ocasionó daño y degradación en su ARN, atribuido a electroforesis. Además, la viabilidad de las líneas celulares estudiadas se redujo luego de una exposición de 24, 48 y 72 h al PAW. El efecto citotóxico del tratamiento puede incrementarse si se incrementa el tiempo de activación e incubación.

**Agradecimiento.** Este trabajo fue financiado por la Corporación Ecuatoriana para el Desarrollo de la Investigación y la Academia (CEDIA), ESPOL, Universidad Central del Ecuador y ESPE.

## Bibliografía.

1. Alshraideh, N., Alkawarek, M., Gorman, S., Graham, W., & Gilmore, B. (2013). *Journal of Applied Microbiology*, 115, 1420–1426.
2. Zhao, Y., & Tiwari, B. (2020). *Comprehensive reviews in Food Science and Food Safety*, 19(6), 3951–3979.

## ¿HA CAMBIADO LA INOCUIDAD DE LOS ALIMENTOS EN 40 AÑOS? CASO ESTUDIO: CUENCA, ECUADOR

Johana Ortiz, Jessica León, Silvana Donoso

Grupo "Alimentación, Nutrición, Salud y Actividad Física". Departamento de Biociencias. Facultad de Ciencias Químicas. Universidad de Cuenca. Cuenca-Ecuador. 010201.

johana.ortiz@ucuenca.edu.ec

*Palabras clave: Inocuidad alimentaria, vía pública, contaminación*

**Introducción.** A nivel mundial, la contaminación de los alimentos, por microorganismos o diversas sustancias químicas, causa más de 500 millones de enfermedades y casi medio millón de muertes por año, sin considerar un alto porcentaje de casos que no se reportan. Esta problemática puede ser evaluada desde varios enfoques, incluyéndose reportes de prevalencia y el monitoreo de la contaminación en diversos alimentos. El objetivo de este trabajo fue describir la evidencia reportada sobre la inocuidad alimentaria en la ciudad de Cuenca, Ecuador durante el periodo 1981-2017, y las posteriores acciones de monitoreo y mitigación.

**Metodología.** La evidencia sobre la inocuidad alimentaria en la ciudad de Cuenca, Ecuador se evaluó mediante una revisión sistemática de los estudios reportados durante el periodo 1981-2017 (1). Con estos resultados y considerando su alto consumo, en el año 2017, se seleccionaron 19 tipos de alimentos de venta en la vía pública a nivel local con el fin de evaluar su calidad microbiológica. Para la identificación y recuento de los microorganismos se aplicaron las metodologías descritas en normativas nacionales y, en casos de ausencia, se optó por adoptar normas de otros países (2-6).

**Resultados.** Tras aplicar varios criterios de inclusión y exclusión sobre la validez y calidad de los estudios, se identificaron 40 reportes relacionados a la contaminación con microorganismos (67.5%), pesticidas, parásitos y antibióticos (7.5%), conservantes y metales (10%) y toxinas (15%), sin observar tendencias en el grado de contaminación ni en la necesidad de monitoreo. De la evaluación microbiológica, el 55% de las muestras se consideraron no aptas para el consumo. *S. aureus* fue el microorganismo patógeno de mayor prevalencia (82%) y ningún alimento presentó contaminación con *C. perfringens*. En general, el tratamiento térmico no aseguró la inocuidad de estos alimentos, pues pueden recontaminarse hasta su expendio y consumo por medios ambientales o adición de otros ingredientes que pueden estar contaminados, como salsas y mayonesa. Como medida correctiva inicial, se impartieron charlas de capacitación.

**Conclusiones.** Actualmente, se cuenta con evidencia para recalcar la necesidad de implementar medidas de higiene y monitoreo, control en la manipulación, transporte y almacenamiento, principalmente en alimentos frescos cuya calidad no está regida por normativas nacionales y en alimentos que se expenden en la vía pública. En particular, se está trabajando en estrategias de mitigación, incluyendo capacitación efectiva y participativa para manipuladores de alimentos.

**Agradecimiento.** Los autores agradecen al apoyo de los estudiantes de pregrado de la Carrera de Bioquímica y Farmacia, Universidad de Cuenca, que colaboraron en el muestreo y análisis de los alimentos.

### Bibliografía.

1. Ortiz-Ulloa, J., Castro, M., Ochoa, A., & Donoso, S. (2020). *Segurança Alimentar e Nutricional*, 1-12.
2. Norma Sanitaria que establece los criterios Microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano Stat. Resolución Ministerial N° 591-2008 (2008).
3. NTE INEN 1338:2012. Carne y productos cárnicos. Productos cárnicos crudos, productos cárnicos curados - madurados y productos cárnicos precocidos - cocidos. Requisitos (2012).
4. NTE INEN 1973:2013. Huevos comerciales y ovoproductos. Requisitos (2013).
5. NTE INEN 706:2013. Helados. Requisitos (2013).
6. Resolución 3929: 2013. Reglamento técnico sobre los requisitos sanitarios que deben cumplir las frutas y las bebidas con adición de jugo (zumo) o pulpa de fruta o concentrados de fruta, clarificados o no, o la mezcla de estos que se procesen, empaquen, transporten, importen y comercialicen en el territorio nacional (2013).

## EVALUACIÓN DE BIOCONSERVANTES COMO SUSTITOS A PRESERVANTES SINTÉTICOS EN ELABORACIÓN DE CHORIZO CRUDO

Janeth Proaño<sup>1</sup>, Diana Cabezas<sup>1</sup>, Camila Vega<sup>1</sup>, Pablo Moncayo<sup>1</sup>, Lucía Toledo<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidad de Las Américas, Ingeniería Agroindustrial, Quito 170124.

<sup>2</sup> Universidad de Las Américas, Facultad de Posgrados.

janeth.proano@udla.edu.ec

*Palabras clave:* Aceite esencial de tomillo, Aceite esencial de orégano, cárnicos procesados

**Introducción.** La industria alimenticia utiliza compuestos químicos de origen sintético como preservantes en alimentos procesados. Sin embargo, estos preservantes pueden perjudicar la salud de los consumidores, ya que están asociados a la resistencia antimicrobiana (1), con problemas tóxicos (2) y con un aumento de riesgo de ser cancerígeno (3). La Organización Mundial de la Salud ha determinado que hasta el 30% de los casos de cáncer podrían evitarse con una alimentación saludable y equilibrada (4). En respuesta a los daños en la salud y los efectos secundarios provocados por los aditivos sintéticos, la industria alimentaria busca alternativas naturales que cumplan con estas funciones y garanticen la salud del consumidor. Es por este motivo que se presenta a los biocompuestos como alternativas a la conservación. En este estudio se evaluó el uso de aceites esenciales de tomillo (*Thymus vulgaris*) y orégano (*Origanum vulgare*) como preservantes en chorizo crudo.

**Metodología.** Se realizaron evaluaciones microbiológicas, bioquímicas y organolépticas. La valoración de la vida útil de los productos se efectuó durante 20 días desde su producción, la cual se dividió en tres fechas denominadas día 0, día 10 y día 20. Para el análisis estadístico se consideró un diseño experimental de bloque completamente al azar (DBCA) en arreglo factorial (2x2+1) con un total de 4 tratamientos y un testigo.

**Resultados.** Entre los principales resultados obtenidos se destacan los valores de recuento de *Staphylococcus aureus*, *Clostridium perfringens*, *Escherichia coli* y *Salmonella* spp. Así como pH, cenizas, proteína, grasa total. Finalmente, color, olor, sabor.

El mejor tratamiento para contrarrestar la cepa de *Staphylococcus aureus* con respecto a chorizo crudo para los días 0, 10 y 20 fue el tratamiento T4, ya que, presentaron menor cantidad de UFC/g, con una dosis para aceite esencial de orégano (*Origanum vulgare*) de 100 ul y aceite esencial de tomillo (*Thymus vulgaris*) de 500 ul, cumpliendo los requisitos microbiológicos establecidos por la norma NTE INEN 1338:2012.

Se evaluó el crecimiento de la cepa de *Salmonella* spp. en chorizo crudo en 4 diferentes tratamientos; para el día 0 el tratamiento T1 con 12,33 UFC/g, T2 con 13,66 UFC/g, T3 con 18 UFC/g y T4 con 0 UFC/g. Para el día 10, el tratamiento T1 obtuvo 54 UFC/g, T2 con 88 UFC/g, T3 con 36 UFC/g y T4 con 0 UFC/g. En el día 20, el tratamiento T1 tuvo un valor de 59,66 UFC/g, T2 con 45 UFC/g, T3 con 27 UFC/g y T4 con 0 UFC/g. En este caso no se cumplió con los requisitos de la norma NTE INEN 1338:2012, ya que, existió presencia de esta cepa en los tratamientos.

Los días de estudio frente a las pruebas físico químicas efectuadas a los productos de chorizo crudo cumplen con la normativa, debido a que se encuentran dentro de los parámetros de proteína, ceniza, grasa y pH por lo que se puede concluir que la evaluación realizada los días 0 y 20 en chorizo crudo tienen eficiencia frente a los indicadores de calidad expuesta por la normativa INEN NTE 1347 Carne y productos cárnicos.

Al realizar la evaluación sensorial, los jueces no entrenados mostraron amplio gusto por la formulación del tratamiento T2 (100 ul/g Orégano y 100 ul/g Tomillo), en cuanto al análisis de olor, sabor, textura y aceptabilidad general.

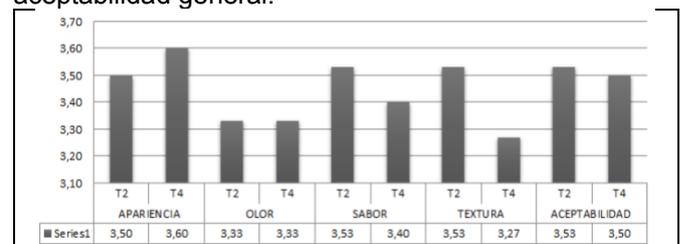


Fig. 1. Análisis de aceptabilidad de chorizo crudo

**Conclusiones.** Los aceites esenciales tienen gran eficacia en la inhibición de bacterias debido a los compuestos bioactivos presentes en ellos como los terpenos, alcoholes, ésteres, aldehídos y compuestos fenólicos que provienen del metabolismo secundario de las plantas.

Las combinaciones de aceites esenciales de romero y orégano utilizados para la elaboración de chorizo crudo presentan valores significativos en el control de microorganismos.

A partir de la metodología empleada y los resultados alcanzados, se recomienda continuar con investigaciones en aceites esenciales como bioconservantes de productos alimentarios.

**Agradecimiento.** Los autores agradecen el financiamiento económico a la Universidad de Las Américas para el desarrollo del proyecto Aceites esenciales como bio conservantes para la industria cárnica.

### Bibliografía.

- Lee, Gyeongmin, Yoonbin Kim, Hoikyung Kim, Larry R. Beuchat, and Jee-Hoon Ryu. 2018. *International Journal of Food Microbiology* 265:49–54.
- Ozdikmenli, Seda, and Nukhet N. Demirel Zorba. 2016. *Food Science and Technology International* 22(2):93–101.
- Vogt, Rainbow, Deborah Bennett, Diana Cassady, Joshua Frost, Beate Ritz, and Irva Hertz-Picciotto. 2012. *Environmental Health*.
- Ortiz, V., and D. Aruquipa. 2014. *Revista de Actualización Clínica*.

## ESTUDIO QSPR DE LOS ÍNDICES DE RETENCIÓN DE COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES DEL CAFÉ

Wilman Ochoa, Nicole Sarmiento, Cristian Rojas

Universidad del Azuay, Facultad de Ciencia y Tecnología, Grupo de Investigación en Quimiometría y QSAR. Av. 24 de mayo 7-77 y Hernán Malo, Cuenca 010107, [crojasvilla@gmail.com](mailto:crojasvilla@gmail.com)

*Palabras clave:* café, compuestos orgánicos volátiles, índice de retención, QSPR.

**Introducción.** La presente investigación se enfoca en la predicción de los índices de retención de 88 compuestos orgánicos volátiles (VOCs) presentes en muestras de café Arábica. El método analítico se basa en la cromatografía de gases acoplada a la espectrometría de masas (GC-MS) y el índice de retención (*I*) ha sido medido mediante una columna capilar polar HP-Innowax (60 m × 320 μm × 0,25 μm). Se usaron diversos descriptores moleculares para el desarrollo de la relación cuantitativa estructura-propiedad (QSPR).

**Metodología.** Los índices de retención (*I*) de los 88 compuestos orgánicos volátiles (VOCs) identificados en muestras de café soluble Arábica liofilizado se tomaron del trabajo realizado por Viegas y Bassoli (1). Estos autores usaron un sistema de cromatografía de gases Agilent 6890N acoplado con un detector de masas (GC-MS). Como fase estacionaria utilizaron la columna capilar polar HP-Innowax (60 m × 320 μm × 0,25 μm) con gas helio como fase móvil (flujo constante a 1.2 mL/min). Los VOCs se representaron mediante el identificador químico internacional (InChI), con el cual se calcularon 4112 descriptores moleculares independientes de la conformación en el programa alvaDesc (2). Posteriormente, se calibraron modelos de regresión lineal múltiple utilizando el regression toolbox de MATLAB (3), en la cual se aplicaron los algoritmos genéticos acoplados con la regresión de mínimos cuadrados ordinarios mediante optimización del error cuadrático medio (RMSE) en validación cruzada de ventanas venecianas. El modelo se sometió a validación interna y externa, y se definió el dominio de aplicabilidad para la predicción de nuevos compuestos aromáticos.

**Resultados.** Para el desarrollo del modelo, la base de datos se dividió de manera aleatoria en grupos de calibración y predicción con 62 moléculas y 26 compuestos, respectivamente. Usando el grupo de calibración y los 4112 descriptores calculados, se ajustaron diversos modelos de mínimos cuadrados ordinarios mediante la aplicación de los algoritmos genéticos como técnica de selección supervisada de descriptores. El modelo óptimo está constituido por tres descriptores moleculares:

$$I = 705.348 - 38.758nBT + 169.811VR1\_A + 504.985nHDon$$

La relación lineal entre los índices de retención experimentales y predichos por el modelo QSPR se muestran en la Fig. 1.

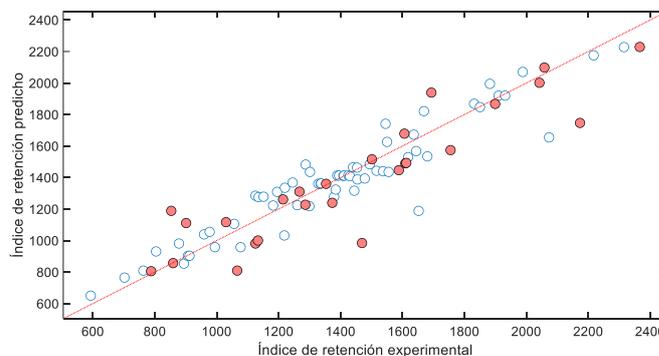


Fig. 1. Relación entre los índices de retención experimentales y predichos por el modelo QSPR de la Ec. 1

El modelo incluye los descriptores número de enlaces (*nBT*), índice tipo Randić basado en los autovectores de la matriz de adyacencia (*VR1\_A*) y el número de átomos donantes de enlaces de hidrógeno (N y O) (*nHDon*), que brindan una buena calidad de ajuste ( $R^2 = 0.892$  y  $RMSEC = 118.473$ ) con una predictividad aceptable ( $R^2 = 0.810$  y  $RMSEP = 184.103$ ). Existen dos datos atípicos que se ubican fuera de 3 veces el RMSEC ( $\gamma$ -Butirolactona y 2-Pirrolidinona). Además, el modelo se sometió a validación interna con diversos criterios: ventanas venecianas con 5 grupos ( $R^2 = 0.881$  y  $RMSECV = 124.691$ ), Monte Carlo 20% con 1000 iteraciones ( $R^2 = 0.881$  y  $RMSECV = 125.457$ )—y Bootstrap con 1000 iteraciones ( $R^2 = 0.869$  y  $RMSECV = 131.041$ ). Por otra parte, la aleatorización-Y realizada 1000 iteraciones ( $R^2 = 0.050$  y  $RMSE = 351.652$ ) confirma que el modelo no es el resultado de una correlación casual. El dominio de aplicabilidad del modelo se define mediante el valor de influencia (umbral crítico de 0.194), es decir, el espacio de alta fiabilidad de nuevas predicciones. En este estudio existe únicamente una molécula cuyo *I* es una extrapolación del modelo (2,6,11-Trimetildodecano).

**Conclusiones.** Se ha desarrollado un modelo *in silico* con una calidad de ajuste del 89.2 % y una capacidad predictiva del 81 % para los índices de retención de nuevos VOCs que tentativamente constituyan parte del perfil aromático en diversas muestras de café.

### Bibliografía.

1. Viegas, M. C., & Bassoli, D. G. (2007). *Química Nova*, 30, 2031-2034.
2. Alvascience, alvaDesc (software for molecular descriptors calculation) version 2.0.12, 2022, <https://www.alvascience.com>.
3. Consonni, V., Baccolo, G., Gosetti, F., Todeschini, R., & Ballabio, D. (2021). *Chemom. Intell. Lab. Syst.*, 213, 104313.

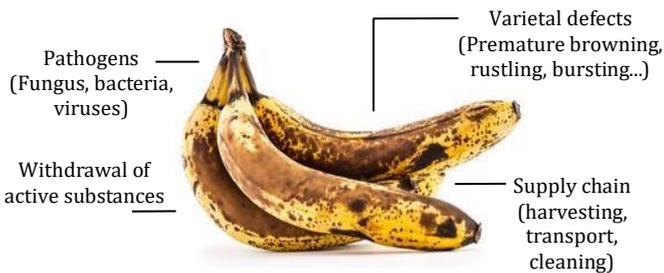
# PROSANE®, THE COATING OF TOMORROW: AN ECOLOGICAL SOLUTION THAT EXTENDS THE CONSERVATION OF FRUITS AND VEGETABLES AND FIGHTS AGAINST FOOD WASTE AND PLASTIC PACKAGING

Benjamin Vignard, Paul Malfoy and Valentin Sabatet  
 Keywords: coating, innovation, conservation,



**Introduction.** Proteme develops an edible food coating solution for your fruits & vegetables. Exploiting natural defense mechanisms against biological attacks, this protection acts as a second skin for products. By reducing their respiration, this ecological coating extends the shelf life of protected foodstuffs by up to several weeks. The innovative solution called Prosane® is mainly intended for market gardeners, arboriculturists and agricultural cooperatives by offering them a green and sustainable alternative to the use of post-harvest phytosanitary products. Producers who work by limiting the use of phytosanitary products, while respecting their environment represent our priority target. Their fruits & vegetables, which are particularly sensitive to microbiological aggressions, deserve a suitable protection and packaging solution.

## Problematic.



## Methods.

The solution Prosane® can be applied by dipping, spraying or brushing, in single or multi-layers, depending on the systems and performance targeted.

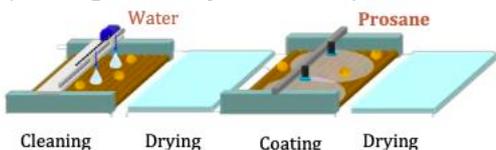


Fig. 1. Industrial application of the Prosane solution

## Results.



Fig. 2. Coated bananas (left) and control bananas (right) at D+5



Fig. 3. Coated bananas (left) and control bananas (right) at D+11

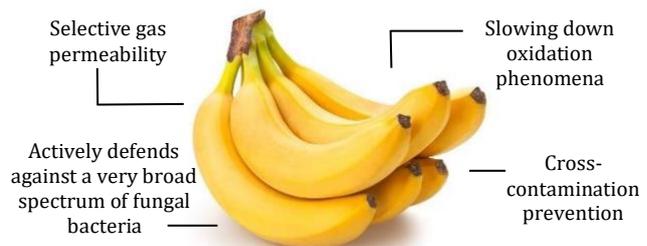
## Discussions

Table 1. Economic model of the Prosane® bananas solution

Sector	Conventional agriculture		Organic farming	
	With Prosane	Without Prosane	With Prosane	Without Prosane
Costs of treatment	7,38 € /t	1,21€ /T	7,38€/t	10,79€/t
Cost losses of	48€ /t*	60€ /t*	€55.2 /t*	138 € /t*
Total cost saved	<b>5,83€ /t (9,5%)</b>		<b>86,21€ / T (57,9%)</b>	

\*Calculations made from the Rungis MIN price of 24/02/22; Conventional loss rate: 5%  
 Biological loss rate: 10%; Loss rate with Prosane:4%

## Conclusions



**Ambitions** More than 100 billion bananas are consumed each year, making it the 4th most popular agricultural product in the world. Reducing food waste is an integral part of our efforts. Do you know that about 1.3 billion tons of food are wasted every year in the world, representing losses of more than 1,000 billion dollars? In addition, food waste also has a considerable impact on carbon emissions. This is why we want to revolutionize the entire fruit and vegetable sector by becoming a committed player in the fight against food waste throughout the sector by offering healthy and sustainable alternatives to current polluting practices.

## RISK ANALYSIS ASSESSMENT OF HIGH - DEMAND FOOD FROM THREE MAJOR CITIES IN ECUADOR

E. J. Salazar<sup>1,2\*</sup>, J. Ortiz Ulloa<sup>3</sup>, Hugo J. Alvarado<sup>2</sup>, O. H. Ruiz<sup>4</sup>, J.M. Cevallos<sup>1,5\*</sup>

<sup>1</sup>Centro de Investigaciones Biotecnológicas del Ecuador, Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil, Ecuador; <sup>2</sup> Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Técnica de Babahoyo, Km 7.5 Vía Babahoyo – Montalvo; <sup>3</sup> Department of Biociencias, Food Nutrition and Health Research Unit. Faculty of Chemical Sciences, Cuenca University. Cuenca, Ecuador; <sup>4</sup> ESPOL, Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas, Campus Gustavo Galindo, Km. 30.5 Vía Perimetral, P.O. Box 09-01-5863, Guayaquil, Ecuador; <sup>5</sup> ESPOL, Facultad de Ciencias de la Vida, Campus Gustavo Galindo, Km. 30.5 Vía Perimetral, P.O. Box 09-01-5863, Guayaquil, Ecuador.

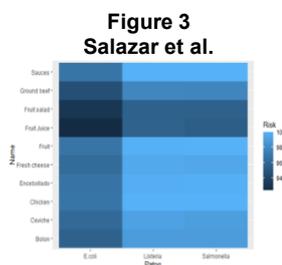
*Keywords: Risk analysis, Infectious biological agents, Enumeration of indicator populations.*

**Introduction.** A risk analysis was carried out in the most touristic cities of Ecuador, which are Quito, Guayaquil and Cuenca, to determine the infectious biological agents of the best-known culinary establishments with the name of holes in the popular open-air markets, which samples were taken. of typical dishes of Ecuadorian gastronomy for the determination of foodborne diseases (FERG) of these 15 samples were taken to determine what type of pathogens the food contained. Which a total of 450 samples were collected and taken to the Research Center for well-technologies of Ecuador in the city of Guayaquil.

### Methodology

**Dietary exposure assessment.** A probabilistic distribution approach following a first order Monte Carlo simulation was adopted to assess the dietary exposure to pathogens like Escherichia coli, Salmonella y Listeria monocytogenes. A probabilistic distribution approach following a first order Monte Carlo simulation was adopted to assess the dietary exposure to pathogens. The selection of the best fitting distribution was based on the lowest chisquare statistic and on inspection of probability–probability (P–P) plots. The dietary exposure distributions were modeled using first order Monte Carlo simulation based on 10,000 iterations.

To visualize the risk by pathogen and by food, the heatmap graph was applied (figure 3). shown through



**Hazard identification.** To define the identification of the hazard, the main foods that are traditionally consumed in Ecuador and which pathogens are associated with them were chosen based on a prior risk assessment, prior microbiological tests to evaluate their safety. Salmonella, Ecoli, Listeria monocytogenes as well as Norovirus and Hepatitis A were determined to be present in the selected food matrix.

**Risk characterization.** A quantitative microbiological risk assessment (QMRA) using the software package

@Risk for Microsoft Excel version 6 (Palisade Corporation, US) was built to determine the risk of Salmonella, E.coli, Listeria monocytogenes due to the consumption of ground beef, sauces, chicken, fresh cheese, encebollado, ceviche, bolon, fruit salad, fruit and fruit juice.

The data needed to estimate exposure include serving sizes and frequency of consumption of the relevant foods and this is combined with the frequency and concentration of contamination of the pathogen at the time of consumption.

### Results and discussion

**Statistical comparisons.** Statistical comparisons were made between foods and between pathogens to determine if there are significant differences in the risk of each of them, obtaining the following results:

There are significant differences in the average risk generated by the different pathogens (p-value <0.05); as well as the different foods (p-value <0.05).

### Conclusion

This study is the first report evaluating the exposure of pathogens associated with viruses and bacteria in food matrices selected according to the demand of the populations of Quito, Guayaquil and Cuenca.

The percentage of risk of Salmonella in 100% in Sauce, chicken, encebollado and fruits show that there is no adequate food safety management in the handling of these perishable foods and that if consumed by a person with an immunocompromised immune system, it will develop the disease and possibly health complications.

### Acknowledge

My thanks to CIBE, CEDIA and the Biomedicine Laboratory for their invaluable scientific contribution and help in this investigation.

### Bibliography.

1. Carvache-Franco, Mauricio, Wilmer Carvache-Franco, Fátima Zamora Flores, and Miguel Orden-Mejía. 2017. "Satisfaction and Motivation. The Gastronomy of Guayaquil." Revista de Turismo y Desarrollo Local 10 (22).
2. Cagri-Mehmetoglu, Arzu. 2018. "Food Safety Challenges Associated with Traditional Foods of Turkey." Food Science and Technology 38 (1). <https://doi.org/10.1590/1678-457x.36916>.

## CONTENIDO TOTAL DE POLIFENOLES, CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y ÁCIDO FÍTICO EN PANES DE MOLDE FORMULADOS CON HARINAS DE KIWICHA Y CAÑIHUA GERMINADA.

Wilson Daniel Simpalo Lopez, Universidad Nacional del Santa, Departamento de Agroindustria y Agrónoma, Facultad de Ingeniería, Nuevo Chimbote-Perú, código postal: 02710, [wsimpalol@uns.edu.pe](mailto:wsimpalol@uns.edu.pe), [wilson\\_dsl@hotmail.com](mailto:wilson_dsl@hotmail.com)

Luz María Paucar Menacho, Universidad Nacional del Santa, Departamento de Agroindustria y Agrónoma, Facultad de Ingeniería, Nuevo Chimbote-Perú, código postal: 02710.

Cristina Martínez Villaluenga, Institute of Food Science, Technology and Nutrition. ICTAN-CSIC, Madrid-España

*Palabras clave: Capacidad antioxidante, polifenoles, ácido fítico, germinación, pan de molde, pseudocereales.*

**Introducción.** El Perú cuenta con diversas materias primas con gran potencial nutricional y funcional, como son los granos andinos germinados (Kiwicha y cañihua), que pueden ser empleados en la elaboración de diversos productos alimenticios como los panes de molde.

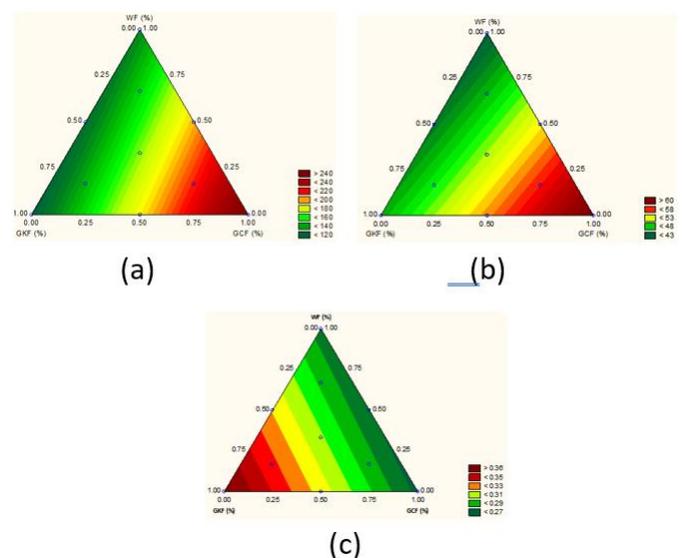
El objetivo de la investigación fue evaluar la influencia del empleo de harina de kiwicha germinada (GkF) y harina de cañihua germinada (GCF) en el contenido total de polifenoles (TPC), capacidad antioxidante (ORAC) y ácido fítico (AF) en pan de molde.

**Metodología.** Las Semillas de kiwicha germinadas (26 °C x 63 h) y semillas de cañihua (20 °C x 30 h), fueron secados a 40 °C y molidos para obtener las harinas integrales germinadas; dichas harinas se emplearon para la formulación de panes de molde. Se realizó un diseño experimental de mezclas simplex con centroide (14 tratamientos) para formular panes de molde. Las mezclas evaluadas para panes de molde fueron harina de trigo (WF) de 80 % - 90 %, GkF de 5 % - 15 % y GCF de 5 % - 15 %. Los análisis que se realizaron al producto final fueron ORAC (µmoles TE/mg d.m.) (1), TPC (mg GAE/100 g d.m.) (2) y AF (0.20 g/100g) (3).

**Resultados.** La formulación óptima que minimiza AF y maximiza ORAC y TPC en los panes de molde fue la mezcla de 5 % de GkF, 15 % de GCF y 80 % de WF obteniéndose 64.7 µmoles TE/mg de ORAC, 258.0mg GAE/100 g de TPC y ácido fítico de 0,27 g/100 g, obteniéndose 3,5 veces más de ORAC y 5,5 veces más de TPC en relación al pan de molde control; mientras que el antinutriente AF disminuyó en un 16%. En la Tabla 1 se muestran los resultados obtenidos.

**Tabla 1.** Capacidad antioxidante, polifenoles, ácido fítico de panes de molde para diferentes formulaciones.

Tratamientos	Formulación de la masa para elaboración del pan de molde			TPC (mg GAE/100 g)	ORAC (µmoles TE/mg)	Ácido fítico AF (g/100g)
	GKF (%)	GCF (%)	WF (%)			
F1	8	8	83	173.34±12.59	56.69±1.07	0.263±0.03
F2	15	5	80	123.24±11.65	48.66±3.24	0.301±0.02
F3	10	10	80	159.89±2.77	62.69±6.17	0.302±0.05
F4	5	15	80	237.46±1.58	66.06±3.21	0.246±0.01
F5	5	15	80	251.17±3.36	57.06±2.38	0.300±0.01
F6	5	10	85	200.46±1.20	60.00±15.23	0.252±0.02
F7	7	12	82	262.30±15.89	53.18±0.74	0.274±0.01
F8	5	5	90	112.15±12.49	29.69±3.35	0.244±0.01
F9	15	5	80	111.96±7.76	38.78±1.10	0.415±0.01
F10	10	5	85	116.63±0.31	45.63±5.99	0.347±0.00
F11	7	7	87	165.17±0.31	50.29±2.36	0.277±0.01
F12	5	10	85	196.77±18.70	54.61±2.15	0.313±0.01
F13	12	7	82	149.75±13.42	48.23±2.49	0.364±0.01
F14	5	5	90	131.18±8.20	47.92±2.77	0.296±0.01
Control			100	46.80±3.47	18.45±1.82	0.318±0.16



**Fig. 1.** (a) Gráfico de contorno para el TPC del pan de molde. (b) Gráfico de contorno para ORAC del pan de molde. (c) Gráfico de contorno para AF del pan de molde.

**Conclusiones.** La sustitución parcial de harina de trigo por harinas de granos andinos germinados (kiwicha y cañihua) en panes de molde permite obtener un producto con alto contenido de compuesto bioactivos como los polifenoles y una mayor capacidad antioxidante.

**Agradecimiento.** Este trabajo fue financiado por el CONCYTEC-PROCIENCIA en el marco de la convocatoria E041-01 (C 27-2018-FONDECYT-BM).

### Bibliografía.

- Horstmann, S.W.; Atzler, J.J.; Heitmann, M.; Zannini, E.; Lynch, K.M.; Arendt, E.K. (2019). A comparative study of gluten-free sprouts in the gluten-free bread-making process. *Eur. Food Res. Technol.*, 245, 617–629.
- Pico, J.; Pismag, R.Y.; Laudouze, M.; Martinez, M.M. (2020). Systematic evaluation of the Folin–Ciocalteu and Fast Blue BB reactions during the analysis of total phenolics in legumes, nuts and plant seeds. *Food Funct.* vol (11): 9868–9880.
- McKie, V.A.; McCleary, B.V. (2019). A Novel and Rapid Colorimetric Method for Measuring Total Phosphorus and Phytic Acid in Foods and Animal Feeds. *J. AOAC Int.* 99, 738–743.

## EVALUACIÓN DE PROPIEDADES ANTIOXIDANTES Y ANTIMICROBIANAS DE PELÍCULAS ACTIVAS DE PLA/ACEITE ESENCIAL DE ORÉGANO TRATADAS CON PLASMA FRIO

Wilfrido Terán-Verzola, Ximena Yépez, Rómulo Salazar\*

Escuela Superior Politécnica del Litoral, ESPOL, Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción, Campus Gustavo Galindo, Km. 30.5 Vía Perimetral, P.O. Box 09-01-5863, Guayaquil, Ecuador.  
wijitera@espol.edu.ec; xyopez@espol.edu.ec; rvsalaza@espol.edu.ec

*Palabras clave: películas activas de PLA, plasma frío, aceite esencial*

**Introducción.** La Polilactida (PLA) es un biopolímero derivado del ácido láctico (ácido 2-hidroxi-propanoico), obtenido de fuentes naturales y renovables. La PLA es uno de los polímeros biodegradables más promisorios para su uso en empaques alimentarios, a pesar de sus menores propiedades mecánicas y de barrera (1). Varios estudios han reportado sobre la elaboración de películas de PLA con adición de componentes bioactivos, para otorgarle propiedades activas (2). Además, el uso de la tecnología de plasma frío ha sido estudiado en alimentos y materiales plásticos, para descontaminarlos o modificar sus características físicas y químicas (3).

El objetivo de este estudio es evaluar el efecto del tratamiento de plasma frío en las propiedades antioxidantes y antimicrobianas de películas activas de PLA en mezcla con aceite esencial de orégano (AEO) a diferentes concentraciones.

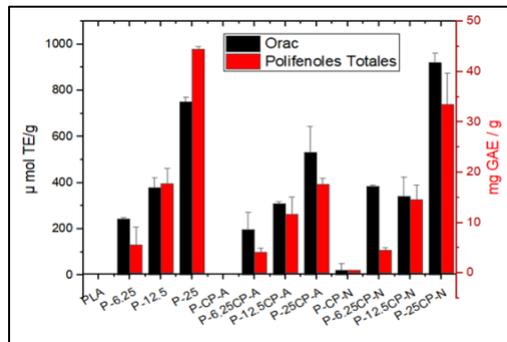
### Metodología.

Las películas de PLA se prepararon por el método de "solvent casting", usando PLA Ingeo™ Biopolímero 2003D (Nature Works® Co. LLC, NE, USA), cloroformo grado solvente (>99%, Merck, Darmstadt, Alemania) y AEO (*Origanium vulgare*). Las películas se elaboraron con 0, 6.25, 12.5 y 25% de AEO, por duplicado.

La generación de plasma frío (CP) se hizo con un transformador BK-130 (Phenix Technologies, Accident, MD) con una salida de voltaje de 90 kV, un método de descarga de barrera dieléctrica (DBD) por 15 minutos de exposición y dos gases aire (A) y nitrógeno (N). Las propiedades antioxidantes de las películas se evaluaron por el ensayo ORAC y polifenoles totales (4). Las propiedades antibacteriales se analizaron con el método de siembra por inmersión (Ahmed et al., 2018), frente a *Staphylococcus aureus* (ATCC No. 12600) y *Escherichia coli* (ATCC No. 25922).

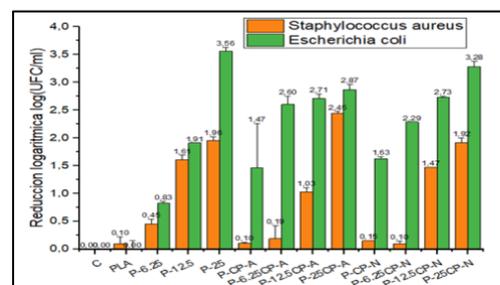
### Resultados.

La Fig. 1 muestra los resultados de la capacidad antioxidante y contenido de polifenoles totales de las películas de PLA elaboradas y tratadas. El tratamiento de CP-A causó una ligera disminución de la capacidad antioxidante de las películas, que podría explicarse por la presencia de oxígeno; empero, el tratamiento CP-N no afectó la capacidad antioxidante con las concentraciones bajas de AEO, e incluso la incrementó en el caso de la película con 25% de AEO. Además, los tratamientos CP-A y CP-N provocaron una disminución de los valores de polifenoles totales de las películas, que se podría atribuir a la degradación de grupos aromáticos en el AEO por las especies reactivas de oxígeno y nitrógeno producidas durante el tratamiento de CP.



**Fig. 1** Propiedades antioxidantes (ORAC y TPC) de películas de PLA/AEO tratadas con plasma frío.

La Fig. 2 presenta los resultados de la actividad antimicrobiana de las diferentes películas de PLA/EAO. En el caso de *E. coli*, las películas tratadas con CP-A y CP-N mostraron mayores niveles de actividad antimicrobiana que las películas no tratadas, excepto en las películas con 25% de AEO, que presentaron un ligero decrecimiento (CP-A) o niveles similares (CP-N). Este incremento podría explicarse por el efecto antimicrobiano del plasma frío, al generar compuestos químicos reactivos que pueden causar el deterioro de la membrana de las bacterias y su inhibición (3).



**Fig. 2** Actividad antimicrobiana de películas de PLA/AEO tratadas con plasma frío frente a *S. aureus* y *E. coli*.

### Conclusiones.

El tratamiento con plasma frío permite modificar las propiedades antioxidantes y antimicrobianas de películas de PLA/AEO. Esto depende de la atmósfera gaseosa usada durante la aplicación del plasma frío (aire o nitrógeno), siendo el nitrógeno el más adecuado en este estudio. Estos resultados podrían ser relevantes en el diseño de tratamientos de plasma frío para la descontaminación de alimentos empacados en películas activas.

### Bibliografía.

- Auras, R., Harte, B., & Selke, S. (2004). *Macromolecular Bioscience*, 4(9), 835–864
- Pazmiño, A., Campuzano, A., Marín, K., Coronel, J. and Salazar, R. (2022). *La Granja: Revista de Ciencias de la Vida*, 36(2):18-31.
- Yepez, X., Illera, A. E., Baykara, H., & Keener, K. (2022). *Foods*, 11(13), 1833.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. (1995). *LWT - Food Science and Technology*, 28(1), 25–30.

## EFFECTO DE LA GERMINACIÓN DE MAÍZ MORADO EN LA CALIDAD DE PAN DE MOLDE

Ricardo Campoverde<sup>1</sup>, María Belen Quelal<sup>2</sup>, Elena Villacres<sup>2</sup>, Danny Navarrete<sup>1</sup>, María Gabriela Vernaza<sup>1\*</sup>  
<sup>1</sup>Colegio de Ciencias e Ingenierías, Universidad San Francisco de Quito USFQ, Quito, Ecuador. <sup>2</sup>Departamento de Nutrición y Calidad de Alimentos. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, INIAP. Quito, Ecuador.  
 \*mgvernaza@usfq.edu.ec

*Palabras clave: Propiedades reológicas, volumen específico, Zea mays*

**Introducción.** La coloración del maíz morado se debe a la presencia de compuestos fitoquímicos, los cuales son producto del metabolismo secundario de la planta (1) como una respuesta al estrés abiótico o biótico de la misma. Se sugiere que la producción de compuestos flavonoides como antocianinas y flavonoles son una respuesta adaptativa al estrés por la intensa radiación y bajas temperaturas de los Andes (2). Durante la germinación, debido a la alta actividad enzimática, se aprecia mayor cantidad de azúcares libres, oligosacáridos, aminoácidos, compuestos que pueden ser de gran interés en la alimentación y nutrición ya que al incluirlos en la dieta representarían beneficios para la salud. De esta forma el objetivo fue estudiar el efecto de la adición de maíz morado germinado y no germinado en las propiedades reológicas y fisicoquímicas de pan de molde.

**Metodología.** Se utilizó maíz morado, variedad INIAP-199 "Racimo de Uva". Para germinar el maíz, los granos humedecidos se colocaron en una cámara de germinación, por 4 días a 16°C y 90% de HR. Las muestras se liofilizaron y se molieron (0,25 mm). La harina de trigo utilizada presentó las siguientes características: humedad 14,2%, gluten húmedo 36,54%, gluten seco 12,01%, Falling Number 333 s, cenizas 0,59%, absorción 64,00%, estabilidad 14,18 min y acidez 0,08%. Se realizó un DCA con arreglo factorial 3x2. Los factores de estudio fueron: germinación y adición de harina de maíz morado (8%, 16% y 24%). Se realizaron 6 tratamientos con 3 réplicas, totalizando 18 unidades experimentales. Se analizó la absorción de agua (%), estabilidad (min), actividad enzimática C4-C3 (Nm) por medio del Mixolab. Se realizaron pruebas de panificación siguiendo la metodología de masa sin tiempo y se determinó el volumen específico (ml/g). Los resultados obtenidos fueron analizados por medio de ANOVA (p<0,05).

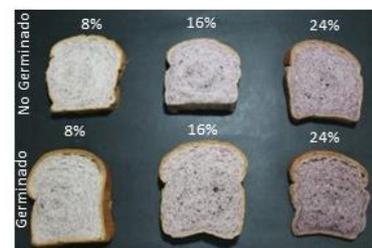
**Resultados.** La interacción entre factores tuvo un efecto significativo (p<0,05) para las respuestas en estudio. Un incremento de maíz morado reduce la absorción de agua, y aún más con maíz morado germinado. La intensa reducción de la absorción de agua al usar maíz morado se debe a que la germinación disocia la estructura polipeptídica de proteínas, provocando que los sitios hidrofóbicos de los aminoácidos se expongan y las proteínas tengan una mayor solubilidad (3). La Estabilidad de la masa es afectada por la interacción entre el factor germinación con el factor del porcentaje de harina de maíz morado. Es así como el incrementar la cantidad de maíz morado germinado, genera una masa menos estable probablemente por una red de gluten debilitada. La actividad de amilasa es mayor en el maíz morado germinado que en el no germinado, lo cual es consecuente con lo expuesto por Singh et al. (3),

quienes señalan que la germinación puede aumentar hasta casi 10 veces la actividad de amilasas en cereales. La presencia de  $\alpha$ -amilasas promovieron un mayor volumen específico, generando una red de gluten más abierta y continua. El incremento del volumen al utilizar maíz morado germinado se explica ya que las amilasas típicas de este proceso producen maltosas, maltotriosas y otros oligosacáridos de 6 a 8 glucosas; los cuáles serían más fermentables por las levaduras presentes, en comparación a la amilosa y amilopectina sin degradar (4), además, de la presencia de otras enzimas, como las proteasas.

**Tabla 1.** Resultados obtenidos.

% HMM Ger	Absorción de Agua	Estabilidad	C4-C3	Volumen específico
8/no	59,90 +/- 0,17a	9,87 +/- 0,18a	0,35 +/- 0,02f	3,13 +/- 0,04d
16/no	58,77 +/- 0,06b	9,75 +/- 0,15b	0,42 +/- 0,02e	3,03 +/- 0,07e
24/no	57,93 +/- 0,06c	8,71 +/- 0,97c	0,46 +/- 0,00d	2,99 +/- 0,08f
8/si	57,87 +/- 0,15d	5,90 +/- 0,79d	0,75 +/- 0,02a	3,32 +/- 0,07c
16/si	57,80 +/- 0,17e	2,88 +/- 1,31e	0,72 +/- 0,02b	3,38 +/- 0,07b
24/si	57,07 +/- 0,06f	1,70 +/- 0,34f	0,67 +/- 0,03c	3,52 +/- 0,03a

MHH = harina de maíz morado; Germ=germinación, Media +/- desvío estándar (n=3)



**Fig. 1** Comparación del volumen específico

**Conclusiones.** La adición de maíz morado germinado afecta significativamente los parámetros reológicos de la masa de pan con adición de maíz morado, sin embargo, el mayor volumen específico fue obtenido con la mayor cantidad de maíz morado germinado, concluyendo que las enzimas producidas durante este proceso pueden ayudar a mejorar el visual del pan de molde.

### Bibliografía.

- Lopez, L., Oliart, R., Valerio, G., Lee, C. H., Parkin, K., Garcia, H. (2009). *LWT-Food Science and Technology*, 42(6), 1187-1192.
- Martínez, L., Torres, N., Hilbert, G., Richard, T. (2014). *Phytochemistry*, 102, 106-114.
- Singh, A., Rehal, J., Kaur, A., Jyot, G. (2015). *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 55(11), 1575-1589.
- Shafisoltani, M., Salehifar, M., Hashemi, M. (2014). *Food chemistry*, 148, 176-183.

## PROPIEDADES TECNO-FUNCIONALES Y COMPOSICIÓN DE FIBRA DIETÉTICA EXTRAÍDA DE CÁSCARA DE MANGO (*Mangifera indica* L.) Y GUANÁBANA (*Annona muricata*) CON AGUA COMO SOLVENTE PRINCIPAL

José Villacís-Chiriboga<sup>a, b, c</sup>, Edy Zaldumbide<sup>a</sup>, Kathy Elst<sup>b</sup>, John Van Camp<sup>c</sup>, Magali Quimbata<sup>a</sup>, Jenny Ruales<sup>a</sup>  
<sup>a</sup> Department of Food Science and Biotechnology, Escuela Politécnica Nacional, P.O.BOX 17012759, Quito-Ecuador; <sup>b</sup> Flemish Institute for Technological Research, Business Unit Separation and Conversion Technology, Belgium; <sup>c</sup> Department of Food Technology, Safety and Health, Ghent University, Belgium  
 jenny.ruales@epn.edu.ec

Palabras clave: by-products, tropical fruits, valorization.

**Introducción.** Diferentes técnicas han sido aplicadas para extraer Fibra dietética (FD). El agua como solvente significa un proceso de bajo costo y un producto limpio. Los subproductos del procesamiento de frutas deben ser estudiados como fuente de DF dentro de un proceso de biorrefinería. El objetivo planteado fue extraer FD de cáscaras de mango y guanábana usando agua como solvente y la evaluación de la constitución química y tecno-funcional.

**Metodología.** El procedimiento de extracción se fundamentó en estudios previos (1). Las variables a ser optimizadas fueron tiempo (30 y 60 min), pH (2 y 5.76) y temperatura (60 y 80°C). En la FD obtenida se determinó su perfil de azúcares(2), minerales y sus propiedades tecno-funcionales (retención de agua y aceite)(3).

**Resultados.** Las superficies de respuesta obtenidas para la extracción de FD soluble e insoluble se muestran en la Figura 1.

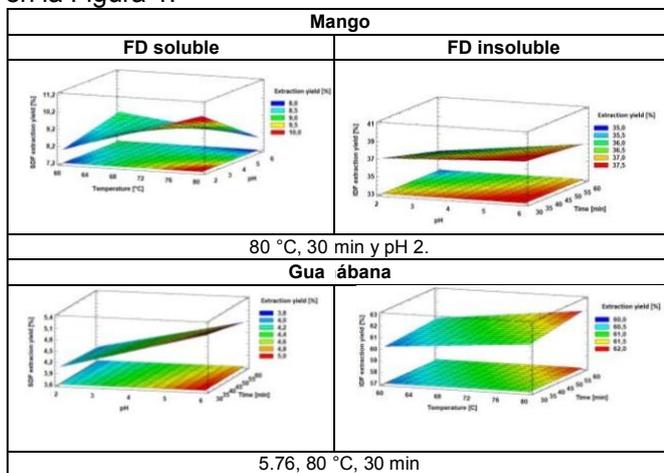


Figura 1. Superficies de respuesta para extracción de FD

Tabla 1. Minerales presentes en la FD extraída

	Mango peel	SDF mango	IDF mango	Soursop peel	SDF soursop	IDF soursop
Ca	1.3±0.4	1.7±0.2	3.4±0.3	0.2±2.8	2.2±6.0	7.8±0.6
K	9.2±0.2	8.2±0.3	12.1±1.9	17.7±1.0	20.3±0.4	47.5±0.6
Mg	1.6± 1.0	1.2±0.4	2.3±1.4	0.2±1.2	0.8±0.2	3.9±1.4
Na	0.02 ± 3.3	0.04±0.3	0.04±1.7	1.2±0.2	1.3±0.3	5.1±0.7
Zn	ND	0.05±0.1	0.02±2.5	0.01±0.3	0.01±2.2	0.05±1.9

\* Results are expressed as mg of mineral per g of sample DW, SDF = Soluble dietary fiber, IDF = Insoluble dietary fiber, n = 2

En la Tabla 1 se evidencia que potasio es el principal mineral que se encuentra en la FD de mango y guanábana. El perfil de azúcares se expone en la Tabla

2. En línea con otros estudios, la glucosa es el principal carbohidrato.

Tabla 2. Perfil de azúcares de la FD extraída

	Mango peel	SDF mango	IDF mango	Soursop peel	SDF soursop	IDF soursop
Reducing sugar content	20.9±0.7	14.4±0.4	10.9±0.4	26.3±1.3	26.2±0.5	8.0±0.1
Arabinose	46.8±3.7	81.5±0.8	37.8±1.8	22.0±0.5	23.4±3.9	23.5±1.6
Fructose	32.5±2.6	34.2±2.7	20.8±0.8	15.2±0.7	9.0±3.4	19.3±1.3
Fucose	26.7±2.2	21.8±1.2	15.4±0.7	10.3±0.5	4.9±1.6	3.4±0.2
Galactose	41.2±3.2	96.0±0.8	31.0±1.4	11.8±0.3	14.0±4.0	10.6±0.8
Galacturonic acid	43.0±3.6	58.6±2.0	28.3±1.6	16.2±0.2	17.0±0.1	0.8±0.0
Glucose	335.7±27.7	138.9±0.4	279.2±13.3	264.4±8.8	268.9±15.7	88.3±8.5
Rhamnose	4.5±0.4	6.4±0.2	2.9±0.2	2.7±0.1	2.1±0.8	1.4±0.1
Ribose	5.5±0.5	2.9±0.2	4.1±0.5	1.5±0.2	1.9±0.2	2.4±0.5
Xylose	16.4±1.4	2.7±0.0	26.1±1.1	86.5±2.1	70.7±7.1	74.0±8.4

n = 2, Results are expressed as mg of individual monosaccharide per gram of sample DW, SDF = Soluble dietary fiber, IDF = Insoluble dietary fiber

Finalmente, el análisis tecno-funcional demostró que la FD insoluble de ambas frutas retiene una mayor cantidad de agua y aceite, en comparación con la FD soluble. Los resultados se muestran en la Figura 2.

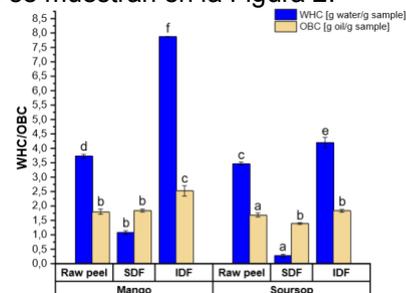


Figura 2. Propiedades tecno-funcionales de la FD extraída

**Conclusiones.** Las cáscaras de mango y guanábana son fuentes valiosas de FD. La glucosa es el principal azúcar, mientras que el potasio es el principal mineral. Las propiedades tecno-funcionales mostraron que las fibras extraídas podrían tener potencial para la industria alimentaria como mejorador de textura.

**Agradecimiento.** TEAM EC2017TEA442A103 VLIRUOS “Improving Ecuadorian child nutrition by using mango by-products as potential sources of bioactive compounds”.

### Bibliografía.

- Cheikh Rouhou M, Abdelmoumen S, Thomas S, Attia H, Ghorbel. (2018). *Int J Biol Macromol.* 1(116):901–910;
- Saeman J. (1945). *Ind Eng Chem.* 37(1):43–52.
- Larrauri JA, Rupérez P, Borroto B, Saura-Calixto F. (1996). *LWT - Food Sci Technol.* 29(8):729–33.

## EFEECTO DEL PLASMA FRÍO EN LA DESCONTAMINACIÓN DE LA PUDRICION DE CORONA DE BANANO CAVENDISH

Denisse Yagual<sup>a\*</sup>, José Manuel Chávez<sup>a</sup>, Emilio Puebla<sup>a</sup>, Miriam Villavicencio<sup>b</sup>, Juan F. Cornejo<sup>b</sup>, Jonathan Coronel<sup>ab</sup>, Ximena Yépez<sup>a</sup>.

<sup>a</sup>Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción, Escuela Superior Politécnica del Litoral, ESPOL, Guayaquil, Ecuador.

<sup>b</sup>Centro de Investigaciones Biotecnológicas del Ecuador (CIBE), Escuela Superior Politécnica del Litoral, ESPOL, Guayaquil, Ecuador.

\*Correspondencia: [dyvaqual@espol.edu.ec](mailto:dyvaqual@espol.edu.ec); Tel.: +593-958-772-364

*Palabras clave: plasma frío, banano, inocuidad alimentaria, poscosecha.*

**Introducción.** El banano es uno de los alimentos más importantes en el sector primario del país. Uno de los mayores retos del sector bananero es controlar las enfermedades provocadas por hongos que atacan la corona de los cultivos afectando el rendimiento, la calidad y el tiempo de vida de la fruta (1). Actualmente se utilizan pesticidas para contrarrestar enfermedades, pero estos presentan efectos adversos a la salud de los agricultores (2). El plasma frío es una nueva tecnología no térmica que ha evidenciado un efecto antimicrobiano en frutas y verduras (3). En este contexto, el objetivo de la investigación es analizar la eficacia del tratamiento de plasma frío directo e indirecto sobre la incidencia de pudrición de la corona y propiedades fisicoquímicas en banano Cavendish.

### Metodología.

#### Inoculación de esporas en banano.

Se preparó una suspensión de esporas con los hongos *C. musae*, *F. verticillioides* y *L. pseudotheobromae* a una concentración de  $1 \times 10^5$  esporas/mL. La suspensión se dosificó en la corona de banano por aspersión. Se utilizó como controles agua destilada y fungicida 42.9% (w/w) de Tiabendazol añadidos a la corona por aspersión. Los bananos se colocaron en fundas de Nylon, con aire hasta obtener una altura de 50 mm y se sellaron herméticamente.

#### Configuración del tratamiento de plasma.

Se planteó la configuración del sistema de acuerdo con Yopez & Keener (4) con ciertas modificaciones. La exposición se realizó de manera directa (corona de banano en el centro de los electrodos dieléctricos) e indirecta (corona de banano fuera de los electrodos dieléctricos) a un voltaje de 80kV en tiempos de 1, 2.5 y 5 min. Se almacenó en cámara a 13°C durante 42 días.

#### Análisis microbiológico.

Se realizó a partir del índice de pudrición de la corona, usando la escala de Frossard con niveles entre 1 y 9.

#### Análisis de color en banano.

El color se evaluó en la parte superior más cercana a la corona acorde con la escala CIE-Lab. Los resultados se presentaron en valores de L\* (luminosidad).

### Resultados.

#### Análisis microbiológico.

En el día 42 (Fig. 1) se observó que el control agua tuvo el máximo nivel de pudrición (valor de 9), evidenciando diferencias significativas entre los otros tratamientos. El valor más bajo de podredumbre lo obtuvo el tratamiento indirecto con 1 min de exposición (valor de 3).



Fig. 1. Índice de pudrición en la corona de banano a los 42 días de almacenamiento, por medio de escala de Frossard.

#### Análisis de color.

Los valores de luminosidad en tratamientos con exposición indirecta no presentaron diferencias significativas entre los controles de agua y fungicida, sin embargo las muestras sometidas directo a plasma frío tuvieron un descenso en la luminosidad (Fig. 2), que se observó desde el día 0 al 42. Se presentó una coloración café en la cáscara de banano cuando era tratada con plasma frío directo. Estos cambios de color se deben al alto voltaje de los tratamientos (80kV), afectando la superficie del producto.



Fig. 2. Evaluación de luminosidad en la cáscara de banano a los 42 días de almacenamiento.

**Conclusiones.** El tratamiento de plasma frío genera un efecto inhibitorio en el crecimiento de hongos en la corona del banano con resultados similares al efecto del fungicida. El tiempo y método de exposición de plasma frío provoca alteraciones en las propiedades fisicoquímicas del banano. La exposición directa del plasma con altos voltajes y tiempos prolongados provoca lesiones superficiales a la cáscara de banano. En cambio, el tratamiento indirecto conserva en forma adecuada el producto con respecto a la parte microbiológica y propiedades fisicoquímicas.

### Bibliografía.

- Panigrahi N, Thompson AJ, Zobelzu S, Knox JW. (2021). *Sci Hort.* 276:109735.
- Zambrano G, Rodríguez A, Escobar K, Duque L, Guzmán D. (2022). *Neurotoxic Effects on Banana Workers Exposed to Agrochemicals: Ecuador Case Study*. Lecture Notes in Networks.
- Misra NN, Han L, Tiwari BK, Bourke P, Cullen PJ. (2014). *Journal of Bioscience and Bioengineering*. 118(2):177-182.
- Yopez X., Keener KM. (2016). *Innovative Food Science & Emerging Technologies*. 38:169-74.

**Resúmenes de**

**Pósteres**

## EFEECTO DEL AGUA ACTIVADA POR PLASMA Y ÁCIDOS ORGÁNICOS EN LA DESCONTAMINACIÓN Y LA CALIDAD DEL CAMARÓN CRUDO.

José Manuel Chávez<sup>a\*</sup>, Andrea Ortega<sup>a</sup>, Nidia Pazmiño<sup>a</sup>, Ximena Yépez<sup>ab</sup>

<sup>a</sup>Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción, Escuela Superior Politécnica del Litoral, ESPOL, Guayaquil, Ecuador. <sup>b</sup>Department of Food Science, Purdue University.

\*Correspondencia: [jomachav@espol.edu.ec](mailto:jomachav@espol.edu.ec); Tel.: +593-95-873-0010

Palabras clave: líquidos activados por plasma, camarón, inocuidad alimentaria.

**Introducción.** El camarón es el producto de exportación no petrolero más importante del país. Uno de los desafíos de la industria camaronesa es garantizar la seguridad de este producto sin que su calidad se vea alterada (1). La industria alimentaria ha aplicado varios métodos para la conservación del camarón, como la adición de agentes químicos, envasado en atmósfera modificada y congelación (2). Sin embargo, producen cambios indeseables o residuos químicos en el producto. El agua activada por plasma (PAW) es una tecnología no térmica que ha mostrado un control microbiano efectivo en mariscos (3). Recientemente se ha incluido ácidos orgánicos tratados con plasma frío como un método innovador para el control microbiológico. De esta manera, el objetivo de la investigación es analizar la eficacia del tratamiento de líquidos activados por plasma frío sobre la descontaminación y calidad del camarón crudo, incluyendo a ácidos orgánicos.

### Metodología

#### Inoculación de *E. coli* en camarón.

Se utilizó camarón (*Litopenaeus Vannamei*) sin metabisulfito de sodio para todos los experimentos. Se preparó el inóculo sembrando *Escherichia coli* (ATCC No. 25922) en 500 mL de caldo de soja triptico (TSB) estéril y se incubó a 37 °C durante 24 horas. Posteriormente, las muestras fueron inoculadas con 100uL del inóculo a los camarones previamente descongelados y descontaminados con solución de cloro (50ppm).

#### Preparación de PAW.

La configuración para la generación de plasma frío fue una descarga de barrera dieléctrica (DBD), a través de un transformador de alto voltaje. El PAW se generó a partir de 60 mL de agua destilada estéril contenidos en una placa Petri, que se selló dentro de una funda de plástico. Se colocó la placa Petri justo entre los electrodos y se trató durante 30 min a 90 kV, temperatura ambiente (25 °C) y una humedad relativa de 70-72%. Además, se trataron con plasma frío las soluciones de agua destilada estéril con ácido cítrico 2000 ppm (CP) y ácido fosfórico 2000 ppm (FP).

#### Tratamiento de PAW en camarón.

Los camarones inoculados se colocaron en un recipiente con 30 mL de las soluciones control y sus tratamientos con plasma frío. Se dejó actuar durante 30 min.

#### Análisis microbiológico.

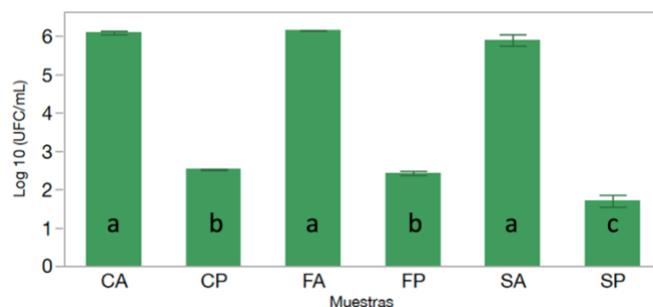
Se recuperó con agua de peptona estéril en una proporción 1:9 y agitación. Se tomó 1 mL y se realizaron 5 diluciones seriadas, que se inocularon en agar TSA. Las placas se almacenaron a 37°C durante 24 horas. Se contaron las colonias y los resultados se expresaron como UFC/g.

### Análisis estadístico

Se usó análisis de varianza y los datos se presentan como media ± error estándar (JMP SAS Institute, Cary, NC). Se utilizó la prueba de Tukey para identificar diferencias significativas ( $p < 0.05$ ).

### Resultados.

A través de la preparación de un stock de *E. coli* con un conteo de 8.6 log<sub>10</sub> UFC/mL se realizó la inoculación en el camarón, que a su vez contenía una carga natural de 3.1 log<sub>10</sub> UFC/mL. Mediante inmersión y contacto con los líquidos en mención se obtuvo los resultados que se muestran en la Fig. 1. El agua o control (SA) tuvo una recuperación de 5.9±0.1 log<sub>10</sub> UFC/mL luego de la inmersión, se observa que existe una diferencia entre el conteo inoculado y recuperado que podría deberse al método utilizado. Esta diferencia también puede ocurrir por la naturaleza del producto, ya que existe una superficie irregular en donde puede introducirse el microorganismo y dificulta su recuperación. El PAW (SP) muestra una reducción en el conteo de 4.2 unidades logarítmicas, siendo este la mayor reducción obtenida del experimento. El uso de ácidos orgánicos también tuvieron un efecto significativo en la reducción de la carga microbiana, alcanzando un valor de 3.6 reducciones logarítmicas.



**Fig.1.** Conteo de la población de *E. coli* (log<sub>10</sub> UFC/mL) expuesto al contacto con líquidos tratados con plasma frío por 30 minutos a 90kV. Las mismas letras en cada columna indican no diferencias significativas entre cada muestra ( $p < 0.05$ ). C-ácido cítrico, F- ácido fosfórico, S-agua sin ácidos, A-sin tratamiento, P-con tratamiento de plasma frío.

### Conclusiones

El tratamiento con plasma frío de agua y ácidos orgánicos permite reducir significativamente la población de *E. coli* en camarón. El uso de ácidos orgánicos puede tener un efecto beneficioso en mejorar la calidad del producto.

### Bibliografía.

- de Souza Silva, D. A., da Silva Campelo, M. C., de Oliveira Soares Rebouças, L., de Oliveira Vitoriano, J., Junior, C. A., da Silva, J. B. A., & de Oliveira Lima, P. (2019). *JFP*, 82(7), 1217–1223.
- Herianto, S., Shih, M. K., Lin, C. M., Hung, Y. C., Hsieh, C. W., Wu, J. S., Chen, M. H., Chen, H. L., & Hou, C. Y. (2022). *LWT*, 154.
- Liao, X., Su, Y., Liu, D., Chen, S., Hu, Y., Ye, X., Wang, J., & Ding, T. (2018). *Food Control*, 94, 307–314.

## VALORIZACIÓN DE LOS RESIDUOS DE CACAO: APLICACIONES EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA.

Mayra Fernanda Chico, Universidad Técnica de Ambato (Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología), Ambato, Código postal: EC180207, mf.chico@uta.edu.ec; Universidad Central del Ecuador (Facultad de Ciencias Biológicas), Quito, Código postal: EC170136, mfchicot@uce.edu.ec

*Palabras clave: cacao, subproductos de cacao, valorización de subproductos.*

**Introducción.** Durante las etapas de pre-procesamiento, aproximadamente el 80% de la fruta del cacao se descarta como biomasa residual, esta incluye principalmente a las cáscaras de las vainas de cacao (CVC), las cáscaras de los granos de cacao (CGC) y la pulpa mucilaginoso. Se conoce que aproximadamente 10 toneladas de desechos húmedos y subproductos se eliminan por cada tonelada de granos secos (1). De los subproductos generados, se han estudiado una serie de componentes químicos de elevado valor añadido que pueden ser recuperados mediante el uso de tecnologías sostenibles. Este documento explora las aplicaciones actuales y las perspectivas de aplicación en la industria alimentaria de los subproductos del cacao y sus compuestos bioactivos, así como las aplicaciones actuales y las perspectivas de las aplicaciones a futuro mediante el uso de tecnologías sostenibles.

**Metodología.** La información a utilizarse en el presente artículo de revisión se obtuvo a partir de material bibliográfico de artículos publicados en un tiempo de antigüedad de no mayor a 5 años a la fecha de publicación de este trabajo. La búsqueda bibliográfica de revistas científicas, reportes oficiales, folletos y libros se realizó en las bases de datos electrónicas de e-books y journals proporcionadas por la Universidad Técnica de Ambato: eLibro, Proquest Ebook Central, Digitalia HISPANICA, Springer, Wiley Online Library, Scopus

### Resultados.

Los polifenoles se encargan de desarrollar funciones de protección contra parásitos, patógenos, luz ultravioleta, especies reactivas de oxígeno y nitrógeno en la planta de cacao (2,3). La actividad biológica de estas moléculas tiene particular beneficio en los productos que se obtienen a partir de los residuos. Algunas de las aplicaciones actuales que se les da a los subproductos del cacao a nivel artesanal se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Usos alternativos del cacao y sus subproductos a nivel artesanal en Ecuador.

Productos comerciales artesanales a base de cacao ecuatoriano	
Vino	Vinagretas
Vinagre	Néctar
Pasta de chocolate al 100%	Cócteles

Perfume a base de cacao	Bactericida bucal
Cremas exfoliantes	Whiscoa (Whisky de cacao)
Nibs	Tés

Al listado de los productos anteriores se puede incluir el uso de fibra dietética obtenida de los residuos del cacao en la elaboración de pan. Se ha visto que las ventajas se demuestran en el incremento la firmeza, la porosidad y la fibra dietética total, sin efectos adversos en la calidad y la aceptación de los consumidores (4) (5). Procesos de fermentación sumergida y en estado sólido utilizando como sustrato a las CVC y CGC para la obtención de compuestos de valor como por ejemplo goma xantán, enzimas y forraje son una alternativa biotecnológica viable. Los jugos o exudados de la pulpa (ricos en azúcares fermentables), son particularmente interesantes para la producción de bebidas alcohólicas mediante la fermentación con levaduras

**Conclusiones.** La valorización de los subproductos del cacao beneficia a todos los participantes de la cadena de producción, y sobre todo al medio ambiente. Actualmente las industrias tienden a cerrar sus ciclos de producción mediante la reducción y eliminación de los residuos generados, es fundamental encontrar maneras en que se puedan aprovechar los beneficios de las moléculas que poseen propiedades bioactivas. Conviene realizar un monitoreo de todas las corrientes que se generan y las posibilidades de procesarlas dentro de las mismas instalaciones de pre-procesamiento. Este tipo de actividades tienen la posibilidad de crear mayor involucramiento local y de incrementar la sostenibilidad de la producción

**Agradecimiento.** A la facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología de la UTA.

### Bibliografía.

- Acosta, N., de Vrieze, J., Sandoval, V., Sinche, D., Wierinck, I., & Rabaey, K. (2018). *Bioresource Technology*, 265, 568–572.
- Brglez Mojzer, E., Knez Hrnčič, M., Škerget, M., Knez, Ž., & Bren, U. (2016). *Molecules*, 21(7).
- Jokić, S., Pavlović, N., Jozinović, A., Ačkar, Đ., Babić, J., & Šubarić, D. (2019). *Chemical & Biochemical Engineering Quarterly*, 33(2).
- Campos-Vega, R., Nieto-Figueroa, K. H., & Oomah, B. D. (2018). *Trends in Food Science & Technology*, 81.
- Karp, S., Wyrwisz, J., Kurek, M. A., & Wierzbicka, A. (2017). *International Journal of Food Science & Technology*, 52(4).

## EVALUACIÓN DE LA MIGRACIÓN DE COMPUESTOS ANTIOXIDANTES Y FENÓLICOS EN PELÍCULAS ACTIVAS ELABORADAS A PARTIR DE POLILACTIDA Y ACEITE ESENCIAL DE ORÉGANO

Pilar Constante, Juliana Criollo-Feijoo, Samantha Espinales, María de los Ángeles Garófaló, Denisse Yagual, Rómulo Salazar\*

Escuela Superior Politécnica del Litoral, ESPOL, Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción, Campus Gustavo Galindo, Km 30.5 Vía Perimetral, P.O. BOX 09-01-5863, Guayaquil 090902, Ecuador. rvsalaza@espol.edu.ec

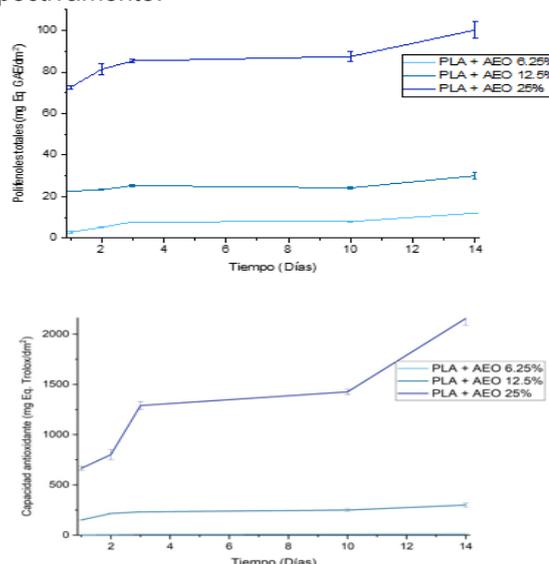
**Palabras clave:** Películas activas, compuestos antioxidantes, aceite esencial de orégano.

**Introducción.** El desarrollo de empaques activos con recursos sostenibles ha aumentado significativamente. Entre las diversas opciones destaca el uso de ácido poliláctico (PLA) por su biodegradabilidad y su empleo en aplicaciones de empaques para alimentos. La adición de aceites esenciales (AE) a materiales biodegradables ha sido ampliamente estudiado para el desarrollo de películas activas<sup>1</sup>; sin embargo, es menos conocido su liberación o migración hacia el producto y su efecto durante todo el tiempo de vida útil del alimento<sup>2</sup>. El aceite esencial de orégano (AEO) (*Origanum vulgare* L.), posee acción antimicrobiana y antioxidante debido a la presencia de compuestos activos como el carvacrol y timol<sup>3</sup>. El objetivo del presente trabajo fue evaluar la migración de los compuestos antioxidantes y compuestos fenólicos presentes en las películas de PLA+AEO, determinando la cantidad de estos compuestos bioactivos liberados a través del tiempo en un simulante alimenticio.

**Metodología.** Las películas fueron preparadas por el método Solvent-Casting<sup>4</sup>, incorporando 6.25, 12.5 y 25% de AEO. Las películas recortadas en 10cm<sup>2</sup>, se sumergieron en 90mL simulante D1 (etanol 50%). Se realizaron análisis de ORAC y TPC en los días 1, 2, 3, 10 y 14. Los polifenoles totales (TPC) fue determinado con el método de Folin-Ciocalteu y la capacidad antioxidante por el método de absorción de radicales de oxígeno (ORAC). Para la determinación del porcentaje de migración total de las películas se dividió la cantidad liberada de TPC u ORAC en tiempo específico por la cantidad total extraída de las películas (4cm<sup>2</sup>) que se realizó con metanol y agitación por 48h.

**Resultados.** En la Fig.1 se observan los resultados de ORAC y TPC de las películas, conforme transcurría el tiempo de inmersión en el simulante. La capacidad antioxidante y el contenido de compuestos fenólicos aumentó con el tiempo de inmersión y el porcentaje de adición del AEO. Por lo tanto, se infiere que la migración de estos compuestos está influenciada por la similitud en la polaridad del simulante alimentario y los grupos polares del AEO que a su vez se mantenían interactuando con los grupos polares de la matriz polimérica del PLA<sup>5</sup>. La formulación con 25% de AEO presentó compuestos con capacidad antioxidante más altos, en comparación con las otras formulaciones. En la Tabla 1 se detalla el porcentaje de migración total de los compuestos fenólicos y compuestos con capacidad antioxidante. A medida que aumentaba el tiempo del ensayo y el porcentaje de adición del AEO, también incrementó la concentración de estos compuestos. Al cabo de 14 días, los compuestos fenólicos y

antioxidantes de la formulación AEO25% lograron un porcentaje de migración del 55.2 y 85.9 % respectivamente.



**Fig. 1.** Migración de compuestos fenólicos y con capacidad antioxidante hacia simulante durante 14 días de inmersión.

**Tabla 1.** Porcentaje de migración total de compuestos fenólicos y con compuestos con capacidad antioxidante de películas de PLA+AEO.

DÍAS	PLA +AEO 6.25% (%)		PLA +AEO 12.5% (%)		PLA +AEO 25% (%)	
	TPC	ORAC	TPC	ORAC	TPC	ORAC
1	6.5	1.2	32.8	15.2	40.0	26.5
2	11.7	1.7	33.7	21.7	44.7	31.9
3	17.5	2.6	36.7	23.3	47.0	51.4
10	18.0	3.2	35.1	25.1	48.1	56.8
14	26.9	4.5	43.6	30.0	55.2	85.9

**Conclusiones.** La adición de AEO proporcionó un aporte de compuestos fenólicos y capacidad antioxidante en películas de PLA. A medida que aumentó la cantidad de AEO en las películas, el porcentaje de migración total es mayor. El uso de películas PLA+AEO podrían considerarse como uso potencial de envases activos para mejorar el tiempo de conservación de los alimentos.

### Bibliografía.

1. Fiore, A., Park, S., Volpe, S., Torrieri, E., & Masi, P. (2021). *Food Packaging and Shelf Life*, 29.
2. Rodríguez, I., Silva, B., Ortega, L., Leyva, J., Siddiqui, M., Cruz, M., Gonzalez, G., & Ayala, J. (2016). *Food Science and Nutrition*. 56(10).
3. Leyva, N., Gutiérrez, E., Vazquez, G., & Heredia, J. (2017). *Molecules* 2017, Vol. 22, Page 989, 22(6), 989.
4. Salazar, R.; Salas-Gomez, V.; Alvarado, A. A.; Baykara, H. (2022). *Polymers*. Vol. 14, Page 2266, 14(11), 2266.
5. Rodríguez, A., Sendón, R., Abad, M., González, M., Barros, J., Aubourg, S., Paseiro, P., & Rodríguez, A. (2016). *LWT*. Vol. 65, Pages 630–636.

## EVALUACIÓN ANTIMICROBIANA DE PELÍCULAS ACTIVAS DE ALMIDÓN DE YUCA CON ACEITE ESENCIAL DE ORÉGANO (*ORIGANUM VULGARE*) PARA SU APLICACIÓN POTENCIAL EN EMPAQUES DE ALIMENTOS

Juliana Criollo-Feijoo<sup>1</sup>, Nidia Pazmiño<sup>1</sup>, Angie Pillasagua<sup>1</sup>, Verónica Salas-Gomez<sup>1</sup>, Fabiola Cornejo<sup>1</sup>, Rafael Auras<sup>2</sup>, Rómulo Salazar<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Escuela Superior Politécnica del Litoral, ESPOL, FIMCP, Campus Gustavo Galindo, Km 30.5 Vía Perimetral, PO. BOX 09-01-5863, Guayaquil, Ecuador. <sup>2</sup>School of Packaging, Michigan State University, East Lansing, MI 48824-1223, USA.

\*rvsalaza@espol.edu.ec

*Palabras clave:* películas activas, almidón de yuca, propiedades antimicrobianas

**Introducción.** La preocupación sobre el impacto ambiental de los materiales plásticos derivados del petróleo ha crecido considerablemente en las últimas décadas<sup>1</sup>. Las materias primas biodegradables más frecuentes para la formulación de películas son polisacáridos, proteínas y lípidos. Sin embargo, es necesario considerar otras alternativas, como los residuos provenientes de las industrias procesadoras de almidón. Por otro lado, los envases activos proporcionan innovadoras soluciones para alargar la vida útil, mejorar la calidad e inocuidad de los productos alimentarios<sup>2</sup>. Una de las sustancias utilizadas son los aceites esenciales, porque poseen una buena actividad antioxidante, antimicrobiana y antifúngica, además son reconocidos como seguros (GRAS)<sup>3</sup>.

El objetivo de la presente investigación fue evaluar las propiedades antimicrobianas de las películas obtenidas a partir de almidón de yuca con aceite esencial.

**Metodología.** La elaboración de las películas activas se realizó por el método de solvent casting<sup>4</sup>. Los porcentajes de aceite esencial de orégano (AEO) adicionados a la solución filmogénica fueron 1, 2 y 3 % de la solución total. Para la determinación de las propiedades antimicrobianas se lo realizó por el método de difusión de vapor utilizando dos cepas bacterianas *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli*.

**Resultados.** En la Tabla 1 se detalla los tratamientos analizados con su respectivo espesor.

**Tabla 1.** Tratamientos con su respectiva descripción y espesor de las películas de almidón de yuca con aceite esencial de orégano

Tratamientos	Descripción	Espesor (um)
Control	Almidón puro 0 % AEO	66.73 ± 0.72 <sup>h</sup>
T1	Almidón puro 1 % AEO	98.90 ± 0.84 <sup>f</sup>
T2	Almidón puro 2 % AEO	138 ± 0.53 <sup>e</sup>
T3	Almidón puro 3 % AEO	161.2 ± 0.80 <sup>b</sup>

\*Distintas letras minúsculas indican diferencia significativa ( $p \leq 0,05$ ) dentro de la misma columna

El espesor de las películas aumentó significativamente con la adición del AEO entre 92.8 a 164.73 um en películas con almidón puro. Este aumento podría estar relacionado a la interacción del aceite esencial y la matriz polimérica de las películas<sup>4</sup>. Las películas de almidón puro se observan en la Fig. 1.



**Fig. 1** Películas elaboradas con almidón de yuca y AEO

En la Tabla 2 se presentan los resultados de la actividad antimicrobiana, mostrando un incremento del halo de inhibición a medida que aumenta el porcentaje de AEO. Las películas de almidón de yuca con el 2% y 3% de AEO presentaron inhibición frente a los dos microorganismos *E. coli* y *S. aureus*. Esto puede atribuirse a la actividad antimicrobiana del AEO, la misma que depende de la concentración de sus compuestos activos como el carvacrol que actúan sinérgicamente sobre la membrana externa de las bacterias<sup>5</sup>.

**Tabla 2.** Diámetro de la zona de inhibición de las películas de almidón de yuca con aceite esencial de orégano

Tratamientos	<i>E. coli</i> (cm)	<i>S. aureus</i> (cm)
Blanco	No presenta	No presenta
Control	No presenta	No presenta
T1	No presenta	1.65 ± 0.21 <sup>b</sup>
T2	6.38 ± 3.71 <sup>a</sup>	6.65 ± 0.14 <sup>a</sup>
T3	8.23 ± 1.09 <sup>a</sup>	Inhibición total

\*Distintas letras minúsculas indican diferencia significativa ( $p \leq 0,05$ ) dentro de la misma columna

**Conclusiones.** La incorporación de un 3 % de aceite esencial de orégano en la matriz polimérica de las películas inhibió totalmente el crecimiento de *S. aureus* y parcialmente el crecimiento de *E. coli*. El AEO tiene un mayor efecto de inhibición frente al *S. aureus*; en este sentido se podría considerar como una alternativa para conservar los alimentos y así prolongar su vida útil.

### Bibliografía.

- Souza, A. G., Ferreira, R. R., Paula, L. C., Mitra, S. K., & Rosa, D. S. (2021). *Food Packaging and Shelf Life*, 27(October 2020).
- Han, J. W., Ruiz-Garcia, L., Qian, J. P., & Yang, X. T. (2018). *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 17(4), 860–877.
- Zhou, Y., Wu, X., Chen, J., & He, J. (2021). *International Journal of Biological Macromolecules*, 184(December 2020), 574–583.
- Shen, Y., Zhou, J., Yang, C., Chen, Y., Yang, Y., Zhou, C., Wang, L., Xia, G., Yu, X., & Yang, H. (2022). In *International Journal of Biological Macromolecules* (Vol. 212, pp. 20–30).
- Krepker, M., Shemesh, R., Danin Poleg, Y., Kashi, Y., Vaxman, A., & Segal, E. (2017). In *Food Control* (Vol. 76, pp. 117–126).

## CARACTERIZACIÓN BIOLÓGICA Y FÍSICO/QUÍMICA DE LA INTERACCIÓN DE ÁCIDOS ORGÁNICOS CON UN TENSIOACTIVO MICROBIANO PARA SU POTENCIAL USO COMO SANITIZANTE EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA.

Iana Cruz Mendoza, Diana Coello Macías, Jonathan Coronel-León, Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción, Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil, Guayas, ialacruz@espol.edu.ec.

*Palabras clave: ácidos orgánicos, surfactante biológico, sanitizante.*

**Introducción.** En la actualidad, el uso de sanitizantes ha aumentado debido a la situación actual de la pandemia por el SARS COVID – 19. Este tipo de producto generalmente utilizado dentro de la industria de alimentos para la eliminación o disminución de microorganismos patógenos están compuestos por ingredientes químicos sintéticos como cloro, amonio cuaternario (QACs) y ácido peroxiacético. Estos compuestos junto con otros como los surfactantes sintéticos representan un potencial peligro para el medio ambiente y la salud del consumidor. Debido a esto, se estudia el diseño de un producto alternativo utilizando un surfactante biológico en combinación con ácidos orgánicos, los cuales poseen efecto antimicrobiano por lo que se analiza su potencial uso como sanitizante dentro de la industria de alimentos.

**Metodología.** Mediante el análisis de la Mínima Concentración Inhibitoria (MIC) y la Mínima Concentración Bactericida (MBC) se analizaron varias concentraciones de mezclas (5%, 2.50%, 1.25%, 0.63%, 0.31%, 0.16%, 0.08%, 0.04%, 0.02% y 0.01%) entre tres diferentes ácidos orgánicos: acético, cítrico y láctico junto con un surfactante biológico (SB) obtenido mediante la fermentación por *Bacillus subtilis*.

**Tabla 1.** Concentración de ingredientes en la formulación de mezclas de sanitizantes.

Fórmula.	Concentración ácido orgánico (%)	Concentración surfactante biológico (%)
A1	100	0
A2	75	25
A3	50	50
A4	25	75

Una vez analizados los resultados MIC y MCB se calculó la Concentración de Fracción Inhibitoria (FIC) que evalúa la potencial capacidad de sinergia entre los surfactantes y los ácidos orgánicos.

**Fórmula 1.** Fórmula para calcular la FIC.

$$FIC \text{ producto A} = [(MIC (A) \text{ en mezcla} / MIC (A))]$$

Se obtuvo el Índice de la Fracción de la Concentración Inhibitoria (FICI) para determinar si la combinación de ambos compuesto mejora el efecto antimicrobiano de los mismos, lo mantiene igual o lo disminuye.

**Fórmula 1.** Fórmula para calcular la FIC.

$$FICI \text{ mezcla} = [(FIC \text{ Producto A}) + (FIC \text{ Producto B})]$$

**Resultados.** En la tabla 2 se pueden observar los resultados. La AA100 tuvo mejores resultados con un

promedio de 0.16% y 0.21% para *E.coli* y *L.monocytogenes*, respectivamente. De igual forma, ALT 75 obtuvo un promedio CMI de 0.21% para ambos microorganismos. Es importante notar que la mayoría de los resultados CMI obtenidos fueron de 0.31% frente a ambos microorganismos.

**Tabla 2.** Resultados de CMI y CMB frente a *E.coli* y *L.monocytogenes*.

Fórmula	<i>Escherichia Coli</i>		<i>Listeria Monocytogenes</i>	
	CMI	CMB	CMI	CMB
ALT 100	0,310 + 0,000 <sup>c</sup>	0,630 + 0,000 <sup>ab</sup>	0,310 + 0,000 <sup>b</sup>	0,630 + 0,000 <sup>b</sup>
ALT 75	0,210 + 0,087 <sup>ab</sup>	0,310 + 0,000 <sup>a</sup>	0,210 + 0,087 <sup>a</sup>	0,310 + 0,000 <sup>a</sup>
ALT 50	0,310 + 0,000 <sup>c</sup>	0,630 + 0,000 <sup>ab</sup>	0,310 + 0,000 <sup>b</sup>	1,250 + 0,000 <sup>c</sup>
ALT 25	0,630 + 0,000 <sup>d</sup>	1,250 + 0,000 <sup>cd</sup>	0,310 + 0,000 <sup>b</sup>	2,500 + 0,000 <sup>d</sup>
AA 100	0,160 + 0,000 <sup>a</sup>	0,416 + 0,185 <sup>ab</sup>	0,210 + 0,087 <sup>a</sup>	0,520 + 0,185 <sup>b</sup>
AAT 75	0,260 + 0,087 <sup>bc</sup>	0,836 + 0,358 <sup>bc</sup>	0,310 + 0,000 <sup>b</sup>	0,630 + 0,000 <sup>b</sup>
AAT 50	0,310 + 0,000 <sup>c</sup>	1,250 + 0,000 <sup>cd</sup>	0,310 + 0,000 <sup>b</sup>	1,040 + 0,358 <sup>c</sup>
AAT 25	0,310 + 0,000 <sup>c</sup>	1,670 + 0,722 <sup>d</sup>	0,630 + 0,000 <sup>c</sup>	5,000 + 0,000 <sup>e</sup>
AC 100	0,310 + 0,000 <sup>c</sup>	2,500 + 0,000 <sup>e</sup>	0,310 + 0,000 <sup>b</sup>	2,500 + 0,000 <sup>d</sup>
ACT 75	5,000 + 0,000 <sup>f</sup>	>5*	2,500 + 0,000 <sup>d</sup>	>5*
ACT 50	>5*	>5*	>5*	>5*
ACT 25	>5*	>5*	>5*	>5*
T 100	5,000 + 0,000 <sup>f</sup>	5,000 + 0,000 <sup>f</sup>	5,000 + 0,000 <sup>e</sup>	5,000 + 0,000 <sup>e</sup>
AD 100	1,250 + 0,000 <sup>e</sup>	5,000 + 0,000 <sup>f</sup>	2,500 + 0,000 <sup>d</sup>	5,000 + 0,000 <sup>e</sup>

Para la FICI, el mejor resultado puede observarse en ALT 75% valores más bajos de MIC con ambos microorganismos y MBC también. Resultados similares se obtienen con AA 100% pero en este caso no hay presencia del surfactante.

**Tabla 3.** Resultados del cálculo de la FICI.

Combinación de productos	FICI		Relationship (Faleiro & Miguel, 2013)
	<i>E.coli</i>	<i>L.monocytogenes</i>	
AL 75%	0,719	0,719	Aditivo
AL 50%	1,062	1,042	Indiferente
AL 25%	2,158	1,062	Indiferente
AA 75%	1,677	1,538	Indiferente
AA 50%	2,000	1,538	Indiferente
AA 25%	2,000	3,126	Antagonista
AC 75%	17,129	8,565	Antagonista

### Conclusiones.

El ácido cítrico demostró no tener buenos efectos antimicrobianos en mezcla con el SB.

El ácido láctico y el acético demostraron tener un buen efecto usando bajas concentraciones de hasta 0.25% y mantuvieron su efecto en mezcla con SB.

Las fórmulas ALT 75 y AAT 75, tuvieron un efecto aditivo e indiferente en su mezcla. Sin verse afectado por la mezcla de compuestos.

### Bibliografía.

- Faleiro, M. L., & Miguel, M. G. (2013). Fighting Multidrug Resistance with Herbal Extracts, Essential Oils and Their Components, 65–94.
- In, Y. W., Kim, J. J., Kim, H. J., & Oh, S. W. (2013). Journal of Food Safety, 33(1), 79–85.

## EFECTO DEL PLASMA FRÍO SOBRE LOS COMPUESTOS BIOACTIVOS Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DEL ARROZ INTEGRAL GERMINADO

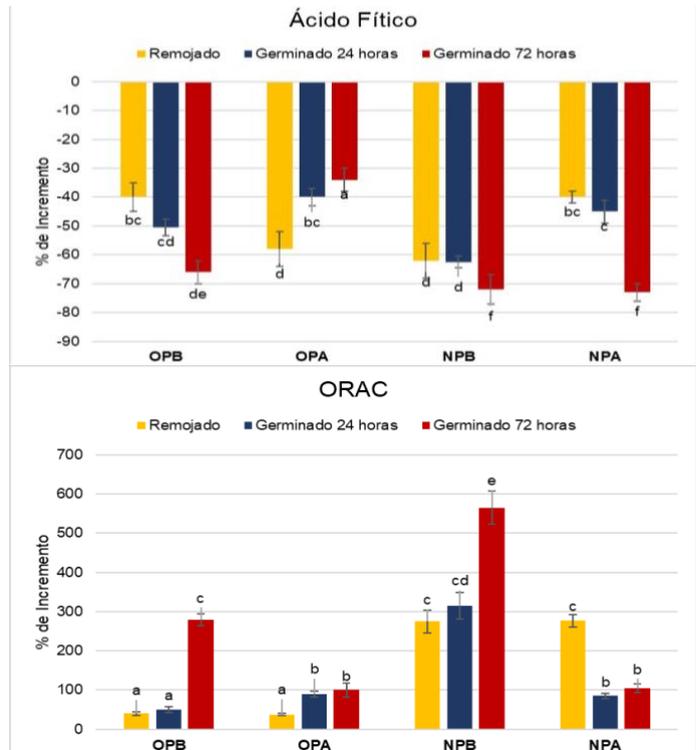
Cristhian Gaviláñez, Galo Cueva, Cindy Espinales, Priscila Castillo, Ximena Yépez, Patricio J. Cáceres\*  
Escuela Superior Politécnica del Litoral, ESPOL, Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción, Guayaquil, Ecuador. \*Correspondencia: pcaceres@espol.edu.ec; Tel.: +593-042-269-276; Fax: +593-042-269-399

*Palabras clave: Plasma frío, Capacidad antioxidante, Compuestos bioactivos*

**Introducción.** El arroz (*Oryza sativa* L.) es uno de los cereales refinados más consumidos en el mundo, sin embargo, el arroz integral está despertando interés por su contenido en nutrientes y compuestos con valor biológico, provocando aumento en su demanda [1]. Por otra parte, la germinación ha demostrado ser un proceso de bajo costo que incrementa significativamente el valor funcional del arroz integral [2]. Estudios señalan que la aplicación de plasma frío en semillas de arroz puede ser una alternativa para mejorar el proceso de germinación y a su vez permita el aumento de compuestos bioactivos [3, 4]. En este contexto, el objetivo de la investigación fue evaluar el efecto del plasma frío sobre el contenido de compuestos bioactivos y la actividad antioxidante del arroz integral germinado.

**Metodología.** El proceso de germinación se llevó a cabo en arroz integral (INIAP 15), previamente sanitizado y remojado durante 24 h a 22°C. Las semillas remojadas se germinaron durante 24 y 72 h a 34°C. La aplicación de plasma se efectuó en 25 g de las diferentes muestras de arroz colocadas en recipiente de polipropileno y cubiertas en bolsas de tereftalato de polietileno. El tratamiento con plasma frío se aplicó antes y después de llevar a cabo el proceso de germinación con dos tipos gases: aire y nitrógeno (N). Se determinó el contenido de ácido fítico por espectrofotometría, al igual que el contenido de  $\gamma$ -oryzanol. El contenido total de compuestos fenólicos (TPC) fue determinado con el método de Folin-Ciocalteu y la capacidad antioxidante por el método de absorción de radicales de oxígeno (ORAC).

**Resultados.** Los resultados (Figura 1) indican que existe un mayor incremento de TPC y actividad antioxidante en el arroz con tratamiento de plasma frío antes del proceso de germinación, utilizando N. Sin embargo, al aplicar el tratamiento OPB se obtuvo un incremento en el contenido de estos al germinar por 72 horas. Por otro lado, el tratamiento de plasma frío con Aire incrementó el porcentaje de  $\gamma$ -oryzanol, mientras que el contenido



**Fig. 1.** Contenido de TPC, ácido fítico y ORAC en arroz integral remojado y germinado 24 y 72 h con Plasma en aire antes del germinado (OPB) y después de germinado (OPA), y con Plasma en N antes del germinado (NPB) y después de germinado (NPA).

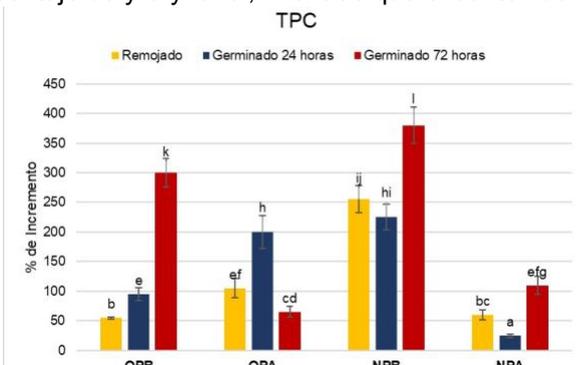
de ácido fítico se redujo independientemente del tratamiento. El efecto del tratamiento de plasma frío sobre los cambios en la composición durante la germinación pueden justificarse como un acelerador del crecimiento por inhibición del estado de latencia y dormancia en las semillas [5].

**Conclusión.** La aplicación de plasma frío como pretratamiento de la germinación muestra incremento significativo en TPC,  $\gamma$ -oryzanol y ORAC.

**Agradecimiento.** Al Decanato de Investigación de ESPOL y a la Fundación Carolina.

### Bibliografía.

1. J. Park, S.-K. Oh, H.-J. Chung, D. S. Shin, I. Choi, and H.-J. Park, *LWT*, vol. 167, p. 113801, Sep. 2022
2. F. Cornejo, P. J. Cáceres, C. Martínez-Villaluenga, C. M. Rosell, and J. Frias, *Food Chem*, vol. 173, pp. 298–304, Apr. 2015
3. S. Yodpitak, S. Mahatheeranont, D. Boonyawan, P. Sookwong, S. Roytrakul, and O. Norkaew, *Food Chem*, vol. 289, pp. 328–33.
4. K. H. Lee et al., *LWT*, vol. 73, pp. 442–447, Nov. 2016.
5. Jiang, J., He, X., Li, L., Li, J., Shao, H., Xu, Q., ... & Dong, Y. (2014) *Plasma Sci. Technol.* 16(1), 54.



## EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE, CONTENIDO DE COMPUESTOS FENÓLICOS Y CARACTERÍSTICAS SENSORIALES EN UNA BEBIDA A BASE DE MORA (*RUBUS ULMIFOLIUS*) Y HOJAS DE LLANTÉN (*PLANTAGO MAJOR*) LIOFILIZADAS

Francis Plaza, Fátima Fajardo, Cindy Espinales, Palacios Sócrates, Patricio J. Cáceres\*  
 Escuela Superior Politécnica del Litoral, ESPOL, Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción, Guayaquil, Ecuador. \*Correspondencia: pcaceres@espol.edu.ec; Tel.: +593-042-269-276; Fax: +593-042-269-399

*Palabras clave:* Llantén, Capacidad Antioxidante, Polifenoles Totales

**Introducción.** El llantén (*Plantago major*) es una planta ancestral que es utilizada por su potencial reservorio de compuestos antioxidantes y fenólicos que ofrecen beneficios para la salud [1]. Las hojas de llantén han sido aprovechadas tradicionalmente en la medicina ancestral [2], sin embargo, su aplicación tecnológica como ingrediente ha sido poco abordada y mucho menos en el pretratamiento que requieren las hojas para su incorporación en bebidas. Por otro lado, un alimento altamente estudiado y utilizado en bebidas es la mora (*Rubus ulmifolius*). La mora es conocida mundialmente por su gran contenido de compuestos antioxidantes, en especial antocianinas [3]. En la actualidad se conocen los efectos antioxidantes aislados de las hojas de llantén y la mora. Sin embargo, al incorporar ambos ingredientes en una bebida se espera que las interacciones puedan tener un efecto combinado de la suma de dos o más componentes antioxidantes o fenólicos de cada ingrediente [4]. El objetivo de este trabajo fue evaluar el contenido de compuestos fenólicos, capacidad antioxidante y propiedades sensoriales de una bebida a de mora con llantén.

**Metodología.** Se aplicaron dos pretratamientos en hojas de llantén: deshidratación por estufa (45°C, 24 h) y por liofilización (0,03 mbar, -85°C, 72 h). Se utilizaron hojas de llantén trituradas como control. En base al contenido de compuestos fenólicos y la capacidad antioxidante se escogió el pretratamiento idóneo para las hojas. El contenido de compuestos fenólicos (TPC) se determinó con el método de Folin-Ciocalteu y la capacidad antioxidante por el método de absorción de radicales de oxígeno (ORAC). La preparación de las bebidas se realizó de acuerdo con la formulación de la Tabla 1, después fueron pasteurizadas (80°C, 2 min), envasadas, refrigeradas y almacenadas a 4°C. Se realizó una prueba sensorial descriptiva con panelistas semi-entrenados, utilizando una escala hedónica de 5 puntos.

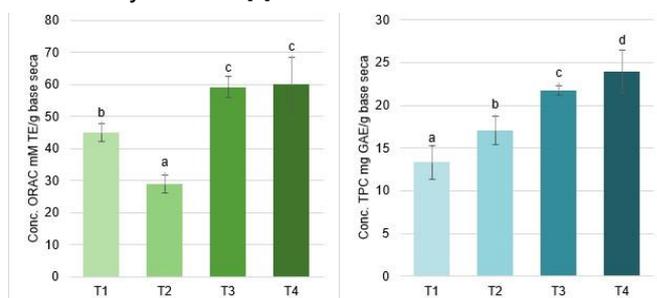
**Resultados.** El mejor pretratamiento para las hojas de llantén se evidenció con el proceso de liofilización con un contenido de TPC de (21.41 mg GAE/g ss.) y de ORAC (66.17 mM TE/g ss.) en comparación al control que obtuvo 3.38 mg GAE/g ss. y 6.24 mM TE/g ss.; y al llantén deshidratado que obtuvo 18.86 mg GAE/g ss. y 48.70 mM TE/g ss. de TPC y ORAC respectivamente. Los resultados de TPC y ORAC en las diferentes formulaciones de la bebida de mora con llantén se evidencian en la Figura 1. Se obtuvo que el contenido de TPC de la bebida aumentaba a medida que se le añadía un mayor porcentaje de llantén liofilizado, llegando hasta 23.97 mg GAE/g ss. Sin embargo, los resultados de ORAC mostraron un comportamiento diferente, debido a que en la bebida T2 se disminuyó la capacidad

antioxidante en comparación al control y en la bebida T4 no se mostraron diferencias significativas con respecto a T3.

**Tabla 1.** Formulación de bebidas de mora con extracto de llantén

Formulación	T1 (%)	T2(%)	T3 (%)	T4 (%)
Llantén liofilizado	0	2	4	6
Pulpa de Mora	40	38	36	34
Ácido cítrico	0.1	0.1	0.1	0.1
Sorbato de potasio	0.05	0.05	0.05	0.05
Agua	59.8	59.8	59.8	59.8

Los resultados de ORAC se pudieron ver influenciados durante el proceso, obteniendo un efecto antagónico en cuanto a la sinergia entre los compuestos antioxidantes del llantén y la mora [4].



**Fig. 1.** Contenido de TPC y ORAC en bebidas de mora con llantén

Por otro lado, los resultados de la evaluación sensorial señalan que el tratamiento T2 y T1 obtuvieron un nivel de aceptabilidad mayor a 4 dentro de la escala hedónica, indicando que fueron bebidas agradables para los panelistas. Sin embargo, las bebidas T3 y T4 obtuvieron un nivel de aceptabilidad bajo menor a 3 dentro de la escala hedónica, es decir que no les gustó ni les disgustó las características sensoriales de las bebidas.

**Conclusiones.** El proceso de liofilización en las hojas de llantén favorece la concentración de TPC y ORAC. La incorporación de llantén en la bebida incrementa el contenido de compuestos bioactivos. Solo hasta 2% de llantén liofilizado se mantiene un nivel sensorial aceptable.

**Agradecimiento.** Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción – ESPOL.

### Bibliografía.

1. A. Farid, M. Sheibani, A. Shojaii, M. Noori, and M. Motevalian. *J Ethnopharmacol*, vol. 298, Nov. 2022
2. M. B. Adom et al. *Biomedicine and Pharmacotherapy*, vol. 96. Elsevier Masson SAS, pp. 348–360, Dec. 01, 2017.
3. S. Rahmzadeh Ishkeh, M. Asghari, H. Shirzad, A. Alirezalu, and G. Ghasemi. *Sci Hortic*, vol. 248, pp. 297–304, Apr. 2019.
4. Y. Q. Xu, Y. Gao, and D. Granato. *Food Chem*, vol. 339, Mar. 2021.

# EXTRACTO DE LA HOJA DEL BANANO COMO SUSTRATO PARA LA OBTENCIÓN DE TÉ DE KOMBUCHA Y NANOCELULOSA BACTERIAL: UN ENFOQUE DE BIOECONOMÍA

Keyla Guerrero-Ruiz <sup>a</sup>, Ángel D. Ramírez <sup>b</sup>, Simón Pérez-Martínez <sup>c</sup>, Freddy Andrés Espinoza Carrasco <sup>a</sup>, Manuel Fiallos-Cárdenas <sup>b</sup>

<sup>a</sup> Universidad Estatal de Milagro, UNEMI, Facultad de Salud y Servicios Sociales, Milagro, Ecuador, 091050; <sup>b</sup> Escuela Superior Politécnica del Litoral, ESPOL, Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción, Campus Gustavo Galindo, Guayaquil, Ecuador, 090902; <sup>c</sup> Universidad Estatal de Milagro, UNEMI, Facultad de Ciencias e Ingeniería, Milagro, Ecuador, 091050. mafiallo@espol.edu.ec

**Palabras clave:** Nanocelulosa bacterial, bioeconomía, banano

**Introducción.** El banano es uno de los cultivos de mayor importancia a nivel mundial en términos de volumen de producción y comercio (1). Sin embargo, el sistema de producción actual del banano genera gran cantidad de residuos lignocelulósicos los cuales son poco valorizados. La bioeconomía circular considera estos residuos agrícolas como una fuente potencial para la producción de biofertilizantes, bioenergía, biomateriales y moléculas de interés industrial (3,4). En este sentido se ha determinado que el extracto de la hoja de banano (EHB) puede ser utilizado como sustrato para la elaboración de té de Kombucha (TK) y la obtención de nanocelulosa bacteriana (NCB). Este trabajo se basa en la elaboración TK y producción de NCB, utilizando distintas concentraciones del extracto de la hoja de banano (EHB), durante distintos tiempos de fermentación.

Los objetivos de esta investigación son (i) evaluar las propiedades fisicoquímicas, °Brix, acidez, pH y actividad antioxidante, de la materia prima y de los distintos tratamientos, (ii) determinar el grado de aceptación sensorial de los distintos tratamientos para la elaboración del TK, y (iii) determinar las tasas de producción de NCB.

**Metodología.** El EHB se obtuvo mediante trituración de la hoja (4). Paso seguido, se evaluó las propiedades fisicoquímicas, pH, °Brix, acidez y actividad antioxidante del EHB, vinagre (V) y té verde (TV), así también de los distintos tratamientos en donde se varió el tiempo de fermentación (7, 14, y 21 días). Se inoculó 5 g de SCOBY (Symbiotic Culture Of Bacteria and Yeast). El volumen de cada lote fue de 150 ml. Se evaluaron las siguientes concentraciones 30%, 40%, 50%, 60% y 70% de EHB.

**Resultados.** Las características fisicoquímicas de la materia prima utilizada para el TK se muestran en la Tabla 2.

**Tabla 2.** Características fisicoquímicas de la materia prima

Materia prima	°Brix	pH	Acidez	DPPH
EHB	6.00	5.71	6.29	70.98
Vinagre	13.76	3.18	3.28	16.54
Té verde	1.10	5.40	6.65	70.75

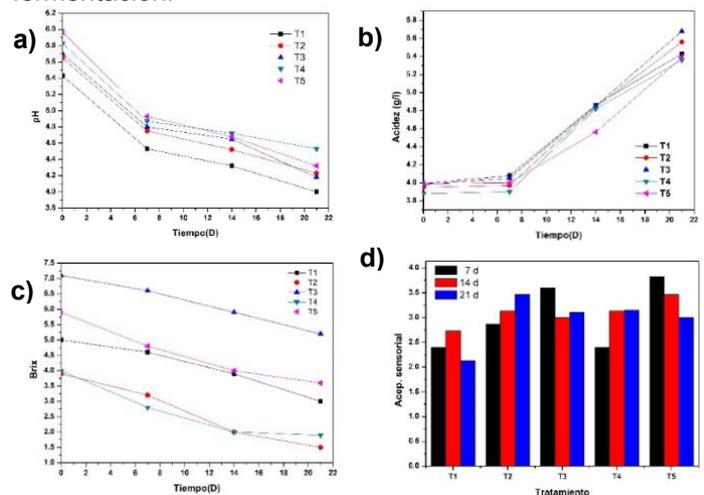
*Nota:* EHB: extracto de hoja de banano; DPPH: % de inhibición de radicales por método 1, 1, difenil, 2-picrilhidrazil.

**Tabla 3.** Tasa de producción de NCB a distintos tiempos

Tratamientos	Tasa de producción (g <sup>l</sup> ·h <sup>-1</sup> )		
	7 días	14 días	21 días
T1 (30% EHB, 10 V, 60%TV)	0,17	0,11	0,08
T2 (40% EHB, 10 V, 50%TV)	0,13	0,12	0,08
T3 (50% EHB, 10 V, 40%TV)	0,24	0,12	0,09
T4 (60% EHB, 10 V, 30%TV)	0,18	0,14	0,11
T5 (70% EHB, 10 V, 20%TV)	0,21	0,20	0,14

*Nota:* EHB: extracto de hoja de banano, V: vinagre, TV: Té verde.

La tasa de producción de NCB (Tabla 3), se relaciona con la concentración del EHB y el tiempo de fermentación.



**Figura 1.** a) pH, para los distintos tratamientos b) Acidez de cada tratamiento c) °Brix, d) Grado de aceptación sensorial mediante una escala de calificación del 1 al 5.

Para el TK el valor aceptable del pH no puede ser inferior a 3. La acidez se relaciona con el crecimiento de bacterias ácido acéticas productoras de ácido acético y glucónico. Además, conforme el tiempo de fermentación aumenta los sólidos disueltos se reducen.

**Conclusiones.** Las diferentes concentraciones del EHB y el tiempo de fermentación, afectan en las propiedades fisicoquímicas y sensoriales del TK, así como la tasa de producción de NCB. Evaluar estos efectos es importante para poder desarrollar procesos óptimos enfocados en la valorización de la hoja de banano. Se ha determinado que el T5 (70% EHB) presenta un mayor nivel de aceptación sensorial y tasa de producción de NCB. Además, se determinó que el EHB tiene una alta actividad antioxidante.

**Agradecimiento.** Los autores desean agradecer a la Corporación Ecuatoriana para el Desarrollo de la Investigación y Academia (CEDIA) por el apoyo financiero brindado al presente trabajo de investigación, desarrollo e innovación a través de su programa CEPRA.

## Bibliografía.

- FAOSTAT. (2019) *Banana facts and figures*. p. 3–5.
- Varma V, Bebbler DP. (2019). *Nature Climate Change*. p. 752–7.
- Fiallos-Cárdenas M, Pérez-Martínez S, Ramírez AD.(2022) *Sustain Prod Consum*. 30:541-55
- Fiallos-Cárdenas M., Ramírez, A.D.; Pérez-Martínez, S.; Romero Bonilla H., Ordoñez-Viñan M., Ruiz-Barzola, O.; Reinoso MA. (2021). *Resources*.10.
- Pure AE, Pure ME. (2016). *Appl Food Biotechnol*; 3(2):125-30

## EFFECTO DE LA MODIFICACIÓN ENZIMÁTICA E HIDROTÉRMICA EN LAS PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS DEL ALMIDÓN DE BANANO.

María A. Garofalo, Fabiola Cornejo F\*

Escuela Superior Politécnica del Litoral, Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción, Guayaquil, Ecuador. [fcornejo@espol.edu.ec](mailto:fcornejo@espol.edu.ec)

*Palabras clave: almidón de banano, modificación de almidones, modificación dual.*

**Introducción.** El banano posee un alto contenido de almidón en la etapa inicial de maduración. El almidón de banano nativo tiene un contenido notable de amilosa y un alto porcentaje de almidón resistente (1). Sin embargo, su uso a nivel industrial está limitado por su baja resistencia a la retrogradación e inestabilidad al calor y la congelación, requiriendo una modificación estructural para mejorar estas propiedades. El objetivo del presente estudio se enfocó en evaluar el efecto de las modificaciones enzimáticas, físicas (hidrotérmica, HMT) y su combinación en las propiedades físicas y estructurales del almidón de banano.

**Metodología.** El estudio se basó en comprar 4 tipos de almidones de banano: [1] nativo, almidón aislado por el método descrito por Martínez et al. (2), [2] modificación enzimática, almidón sometido a hidrólisis enzimática con  $\alpha$ -amilasa: glucoamilasa en relación 1:3 [3] modificación física, realizada por método hidrotérmico (HTM) en dos ciclos, siguiendo la metodología propuesta por Huang et al. (3) y [4] modificación dual, combinación de enzimática y física. La tabla 1 muestra las metodologías de las propiedades evaluadas. Para el análisis estadístico se usó el software STATGRAPHICS.

Tabla 1. Propiedades fisicoquímicas evaluadas

	Propiedades evaluadas
Estructurales	Difracción de rayos X, porcentaje de cristalinidad
	Microscopía electrónica
Hidratación	Capacidad de ligación de agua, CLA
	Capacidad de absorción de agua, CAA
Térmicas	Temperaturas de gelatinización (To, Tp, Tc) medidas en DSC.
Reológicas	Análisis reológicos (G' y G'')
	Fuerza de gel
	Sinéresis de gel (ciclos de congelación y descongelación)

**Resultados.** La figura 1 muestra las imágenes de los almidones obtenidos en el microscopio electrónico de barrido. Como se observa en las gráficas, la mezcla entre modificación HTM- enzimática produce unos poros más profundos demostrando la facilidad de la enzima para actuar sobre el gránulo de almidón, en comparación con el método sólo enzimático. Por otro lado, la modificación física causa daños leves en la superficie del gránulo haciendo un poco más rugoso. En general, los resultados indicaron diferencias significativas entre todos los tratamientos ( $p < 0.05$ ). La modificación enzimática e hidrotérmica produjo un incremento en las propiedades de hidratación del almidón nativo. Sin embargo, cuando se combina estos tipos de

modificación se produce una reducción significativa de la CLA ( $1,33 \pm 0,11$  g/g). El almidón modificado por la combinación de ambos tratamientos mostró mayores temperaturas de gelatinización y % cristalinidad. Respecto a las propiedades reológicas se presentó una disminución del comportamiento viscoelástico con la modificación del almidón, siendo más notorio en el almidón modificado por métodos combinados. La combinación entre tecnologías de modificación demuestra mayor estabilidad térmica y su potencial uso en productos de panificación donde el almidón es uno de los componentes que aporta en la estructura final del alimento.

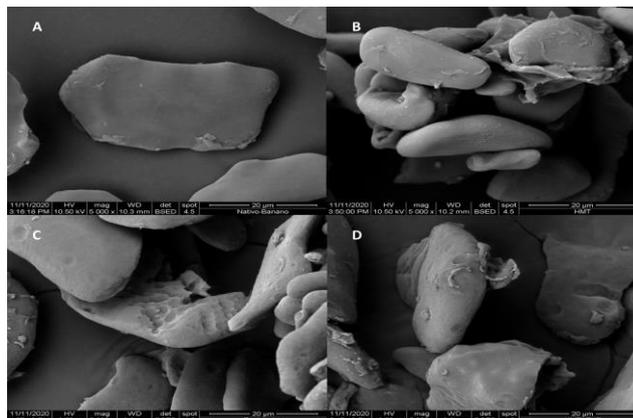


Fig. 1. Imágenes SEM de almidones de banano a) nativo; b) HTM, c) enzimático y HTM

**Conclusiones.** Los resultados demostraron que la modificación del almidón nativo reduce las características viscoelásticas del almidón nativo. Sin embargo, mejora las propiedades térmicas.

**Agradecimiento.** Los investigadores agradecen el financiamiento al SENECYT, a través del proyecto INEDITA PIC-18-INE-ESPOL-002.

### Bibliografía.

- Wu, T. Y., Tsai, S. J., et al. (2020). *International Journal of Biological Macromolecules*, 160: 915–924.
- Martínez, E., Criollo, J., Silverio, C., & Díaz, R. (2017). *Revista Cumbres*, 4(1), 9–16.
- Huang, T. T., Zhou, D. N., Jin, Z. Y., Xu, X. M., & Chen, H. Q. (2016). *Food Hydrocolloids*, 54, 202–210.

## EFFECTO DE LA MODIFICACIÓN ENZIMÁTICA E HIDROTÉRMICA EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y ESTRUCTURALES DEL ALMIDÓN

María de los Angeles Garofalo<sup>1</sup>, Pedro Villon Salinas<sup>1</sup>, Danny Tagle<sup>1</sup>, Cristina Rosell<sup>2</sup>, Fabiola Cornejo Zúñiga<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Escuela Superior Politécnica del Litoral, Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la producción, Guayaquil.

<sup>2</sup> Department of Food and Human Nutritional Sciences, University of Manitoba, Canadá

\*Correspondencia: [mardgaro@espol.edu.ec](mailto:mardgaro@espol.edu.ec), [fcornejo@espol.edu.ec](mailto:fcornejo@espol.edu.ec)

*Palabras clave:* modificación enzimática, modificación hidrotérmica, almidón de banano

**Introducción.** El almidón es un polisacárido ampliamente utilizado para mejorar atributos de calidad en diversos productos alimenticios. El banano muestra un alto contenido de almidón en la etapa inicial de maduración; sin embargo, su uso está limitado por su baja resistencia a la retrogradación e inestabilidad al calor y la congelación [1] [2]. El objetivo del presente estudio se enfocó en evaluar las propiedades físicas y estructurales del almidón de banano empleando los métodos de modificación enzimática, hidrotérmica (HMT) y su combinación.

**Metodología.** El almidón nativo de banano se modificó enzimáticamente con una mezcla de  $\alpha$ -amilasa y glucoamilasa en una relación 1:3. La solución se calentó a 50°C y se agitó a 175 rpm durante 16 horas. La modificación HMT se realizó por el método de [3].

Se analizó las propiedades reológicas y dureza de gel, ensayos de DSC, difracción de rayos X y SEM. Para el análisis estadístico se usó el software STATGRAPHICS.

### Resultados

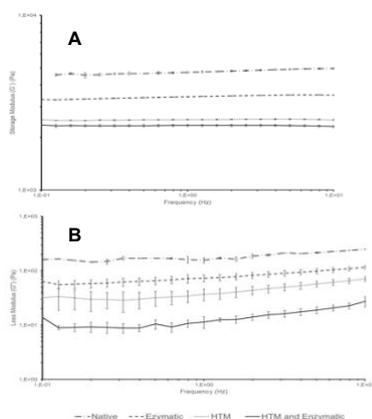


Figura 1. Módulo de almacenamiento (A) y pérdida (B) de almidones nativos y modificados

Tabla 1. Dureza de gel de los almidones nativos y modificados de banano

Tipo de almidón modificado	Dureza (N)
Almidón nativo	0.789 (0.731-0.41) <sup>a</sup>
HMT	0.397 (0.326-0.71) <sup>b</sup>
Enzimático	0.127 (0.113-0.132) <sup>c</sup>
HMT + Enzimático	0.098 (0.093-0.103) <sup>c</sup>

Los resultados en análisis reológico (Fig. 1) mostraron una marcada reducción en la viscoelasticidad de los almidones modificados, siendo la modificación HMT+Enz. con la mayor pérdida en su valor. Este comportamiento esté en concordancia con los obtenidos con la dureza de gel (Tabla 1), los cuales disminuyen significativamente con la modificación.

Tabla 2. Propiedades térmicas de almidones nativos y modificados de banano.

Almidón modificado	Ti (°C)	Tp (°C)	Tc (°C)	$\Delta H$ (J/g)
Nativo	70.62 ± 0.10 <sup>a</sup>	73.58 ± 0.16 <sup>a</sup>	80.72 ± 0.27 <sup>c</sup>	3.37 (3.36-3.37) <sup>d</sup>
HMT	80.58 ± 0.98 <sup>b</sup>	84.79 ± 2.21 <sup>b</sup>	88.30 ± 3.12 <sup>b</sup>	1.01 (0.94-1.08) <sup>d</sup>
Enzimático	73.70 ± 0.91 <sup>c</sup>	77.21 ± 0.48 <sup>c</sup>	87.37 ± 0.43 <sup>b</sup>	3.58 (3.40-3.64) <sup>a</sup>
HMT + Enzimático	83.66 ± 0.42 <sup>a</sup>	89.57 ± 0.22 <sup>a</sup>	95.04 ± 0.56 <sup>a</sup>	1.19 (1.10-1.29) <sup>c</sup>

Por otro lado, los resultados analizados de las propiedades térmicas (Tabla 2) se pueden observar que la temperatura de gelatinización se incrementa con la modificación, especialmente en almidones con HMT este resultado sería beneficioso en productos horneados sin gluten, permitiendo una mejor cocción durante el horneado. En cambio, la entalpía en muestras tratadas con HMT disminuyó significativamente respecto al control debido probablemente a la gelatinización parcial del gránulo durante el tratamiento térmico [4].

Tabla 3. Cristalinidad de almidones nativos y modificados de banano

Almidón modificado	% Cristalinidad
Nativo	17.04 ± 1.17 <sup>c</sup>
HMT	17.33 ± 0.55 <sup>bc</sup>
Enzimático	19.21 ± 1.20 <sup>ab</sup>
HMT + Enzimático	19.44 ± 1.06 <sup>a</sup>

Los almidones tratados enzimáticamente mostraron mayor porcentaje de cristalinidad con respecto a los almidones modificados HMT o el nativo. Esto se debe posiblemente a que las enzimas eliminan las regiones amorfas del gránulo de almidón, concentrando la fracción de la región cristalina [5].

**Conclusiones.** La modificación del almidón de banano produce cambios en las propiedades térmicas y estructurales. Los resultados mostraron una disminución en el comportamiento viscoelástico y la dureza del gel de almidones modificados. Sin embargo, se observó que los tratamientos de modificación aportaron una mejor estabilidad térmica en los almidones especialmente las combinaciones entre tratamientos. Estos hallazgos podrían contribuir en el desarrollo de productos horneados sin gluten, permitiendo una mejor cocción durante el horneado.

### Bibliografía.

- [1] C. de Barros Mesquita, M. Leonel, C. M. L. Franco, S. Leonel, E. L. Garcia, and T. P. R. dos Santos, 2016, *Int. J. Biol. Macromol.*, vol. 89, pp. 632–639.
- [2] Y. Cahyana, E. Wijaya, T. S. Halimah, H. Marta, E. Suryadi, and D. Kurniati, 2019, *Food Chem.*, vol. 274, no. September 2018, pp. 274–280.
- [3] T. T. Huang, D. N. Zhou, Z. Y. Jin, X. M. Xu, and H. Q. Chen, 2016, *Food Hydrocoll.*, vol. 54, pp. 202–210.
- [4] Y. Ai and J. L. Jane, 2015, *Starch/Staerke*, vol. 67, no. 3–4, pp. 213–224.
- [5] L. D. Lacerda, D. C. Leite, R. M. D. Soares, and N. P. da Silveira, 2018, *Starch/Staerke*, vol. 70, no. 11–12, pp. 1–23.

## ANÁLISIS DE LOS MÉTODOS DE AISLAMIENTO DEL ALMIDÓN DE BANANO

María A. Garofalo, Danny Tagle, Fabiola Cornejo F\*

Escuela Superior Politécnica del Litoral, Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción,  
Guayaquil, Ecuador. [fcornejo@espol.edu.ec](mailto:fcornejo@espol.edu.ec)

*Palabras clave: almidón banano, propiedades fisicoquímicas, propiedades nutricionales.*

**Introducción.** Ecuador es el principal exportador de banano en el mundo. Sin embargo, no todo el banano producido es exportado, puesto que este debe cumplir con parámetros de calidad generando banano de rechazo. El banano verde posee en su constitución el almidón, este compuesto es muy empleado en diferentes industrias, como la farmacéutica, alimentaria, cartonera y papelería. Existen varios métodos que pueden ser utilizados para el aislamiento o purificación del almidón de banano. El presente trabajo explora el efecto de los métodos de aislamiento en las propiedades fisicoquímicas del almidón nativo de banano.

**Metodología.** Para el aislamiento del almidón nativo de banano se aplicaron cuatro métodos: el tradicional con NaOH, uno químico con etanol (Rodríguez et al., 2017) uno con mezclas de enzimas (celulasa y xilanas) propuesto Sit et, al. (2017) y la combinación de un método físico y enzimático. La tabla 1 muestra las metodologías de las propiedades evaluadas. Para el análisis estadístico se usó el software STATGRAPHICS.

**Tabla 1.** Propiedades fisicoquímicas evaluadas

	Propiedades evaluadas
Bromatológicas	Humedad
	Almidón Total
	Almidón dañado (AACC 76- 31.01)
	Amilosa
Hidratación	Capacidad de ligación de agua, CLA
	Capacidad de absorción de agua, CAA
Térmicas	Temperaturas de gelatinización (To, Tp, Tc) medidas en DSC.

**Resultados.** En la Tabla 2 se muestra el grado de pureza obtenido con los diferentes métodos de purificación. Los resultados indicaron que la purificación con etanol era menos efectiva que los demás métodos y producía mayores daños al gránulo del almidón. Por otro lado, el método físico enzimático mostraba un grado de purificación mayor y menor daño al gránulo de almidón. Los resultados también muestran que el método de aislamiento afecta el porcentaje de amilosa, indicando la posibilidad de que los daños de gránulo de almidón se realizarían en los enlaces glucosídicos  $\alpha$  1-4 reduciendo el contenido de amilosa.

**Tabla 2.** Características bromatológicas del almidón en los diferentes métodos de extracción.

Método	Almidón total (g/100 g)	Almidón dañado (%)	Amilosa (%)	Amilopectina (%)
Etanol	81.57 ± 0.81 <sup>b</sup>	0.65 ± 0.04 <sup>a</sup>	22.23 ± 0.51 <sup>c</sup>	77.77 ± 0.51 <sup>a</sup>
NaOH	89.14 ± 4.48 <sup>a</sup>	0.58 ± 0.02 <sup>a</sup>	29.04 ± 1.03 <sup>a</sup>	70.96 ± 1.03 <sup>c</sup>
Enzimático	86.77 ± 0.99 <sup>a</sup>	0.57 ± 0.02 <sup>a</sup>	21.68 ± 0.38 <sup>c</sup>	78.32 ± 0.38 <sup>a</sup>
Físico - Enzimático	89.94 ± 2.86 <sup>a</sup>	0.21 ± 0.02 <sup>b</sup>	26.23 ± 0.19 <sup>b</sup>	73.77 ± 0.19 <sup>b</sup>

Por otro lado, también se mostró que los métodos de purificación afectan significativamente ( $P < 0.05$ ) las propiedades de hidratación. La extracción con hidróxido de sodio produce una alta capacidad de ligación y retención de agua este efecto podría deberse a que los enlaces estén más expuestos a la unión con el agua. La menor capacidad de absorción de agua se observa en el método físico-enzimático lo que puede estar relacionado al menor daño que se produce en el glóbulo de almidón.

Respecto con las características reológicas de los almidones están son afectadas por el método de purificación. En general, el almidón nativo de banano muestra un comportamiento viscoelástico, siendo el módulo elástico ( $G'$ ) mayor que el módulo viscoso ( $G''$ ). Los resultados indicarían que el método enzimático seguido del método físico-enzimático incrementaría el grado de viscoelasticidad en comparación con los otros métodos, volviéndolos más útiles en su aplicación en la industria alimentaria. Por el contrario, la purificación con hidróxido de sodio reduce las características viscoelásticas del almidón.

**Conclusiones.** Los métodos de aislamiento del almidón de banano afectan significativamente las propiedades fisicoquímicas del almidón nativo. El método enzimático presentó una mejora significativa en las propiedades fisicoquímicas del almidón siendo un método más amigable con el medio ambiente en relación con los métodos químicos.

**Agradecimiento.** Los investigadores agradecen el financiamiento al SENECYT, a través del proyecto INEDITA PIC-18-INE-ESPOL-002.

### Bibliografía.

- Rodríguez-Ambríz, S. L., Mendez-Montealvo, G., Velazquez, G., & Bello-Perez, L. A. (2017). *Starch-Stärke*, 69: 11-12.
- Sit, N., Deka, S. C., & Misra, S. (2015) *Journal of food science and technology*. 52(7), 4324-4332.

## EVALUATION OF FOOD QUALITY AND SAFETY FOR PACKAGED HAM USING BIODEGRADABLE PACKAGING

Morgan Guilbaud, Sandra Domenek  
Université Paris-Saclay, INRAE, AgroParisTech, UMR SayFood, 91120, Palaiseau, France.  
sandra.domenek@agroparistech.fr

*Palabras clave: higiene, adhesión, biofilm.*

### Introducción.

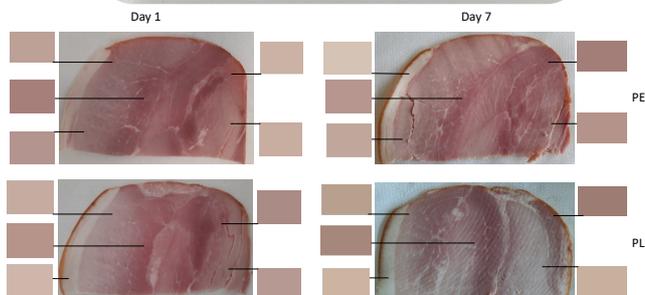
The packaging industry as one of the biggest target market for plastics, is obviously affected by the recent environmental concerns and there has been a huge investment on the domain of research and development in order to find more sustainable solutions for plastic material production. Polylactide (PLA) is the most used rigid biodegradable and biobased packaging (1). There are strict regulations by the European Union for new packaging materials to be respected, since they come in contact with food products (2). In this project, the chemical and microbiological safety aspects of PLA packaging material were analyzed. As an application, a real life conditioning experiment of ham inside PLA trays compared to commonly used poly(ethylene terephthalate) (PET) trays under modified atmosphere was carried out.

### Metodología.

PLA trays and lids were fabrication by melt extrusion and thermoforming. Commercial PET trays were graciously obtained. The ham was conditioned under modified atmosphere (20 % CO<sub>2</sub>, 80 % N<sub>2</sub>) using a Multivac conditioning machine. The overall migration of substances from PLA to food simulants was assessed gravimetrically using the reglementary protocol of EN 10/2011. The microbial adhesion on the materials was assessed using an adhesion protocol and a specific cross-contamination protocol was developed. The quality of ham was assessed by color measurements, pH and analysis of microbial development.

### Resultados.

The overall migration test of PLA showed that the materials were in accordance with regulation in all tested food simulants. The analysis of the hygienic properties showed that PLA materials exhibited less or comparable contamination by microorganisms compared to PET. This shows that the biodegradable character of PLA does not induce supplementary hygienic risk. However, the cross-contamination test showed higher probability of contamination of food stuff from PLA compared to PET. The survival tests showed that the adhered bacterial were inactivated after 4 days. This shows the high importance of cleaning procedures of PLA before conditioning of spoilage sensitive food and hygienic storage conditions.



**Fig. 1.** Experimental set-up for the evaluation of changes in the modified atmosphere and the ham quality during refrigerated storage after one week.

The lower barrier properties of PLA were responsible for less good conservation of the ham during the storage test. Already after the first week, some alteration in color was observed.

**Conclusiones.** The biodegradable character of PLA does not induce a higher microbiological risk with respect to adhesion. However, the lower gas barrier properties of PLA with respect to PET show that the materials need to be optimized for equal performance.

**Agradecimiento.** The authors acknowledge financial support from the French National Research Agency (ANR) for the national research project ANR-16-CE08-0040 – GASP.

### Bibliografía.

1. Ducruet, V., Domenek, S. (2015) In Biodegradable and Bio-based Polymers: Environmental and Biomedical Applications; S. Kalia, L. Averous, Eds.; Scrivener Publishing LLC: Beverly, MA 2015, Chap. 6.
2. Salazar, R., Domenek, S.; Plessis, C., Ducruet, V. (2017) *Polym. Degrad. Stab.* 136: 80-88

## FILM BLOWING OF BIODEGRADABLE POLY(HYDROXYBUTYRATE-CO-HYDROXYVALERATE) AND POLY(BUTYLENE SUCCINATE-CO-ADIPATE) BLENDS

Benjamin Le Delliou<sup>a</sup>, Anir Benihya<sup>a</sup>, Olivier Vitrac<sup>a</sup>, Patrice Dole<sup>b</sup>, Sandra Domenek<sup>a,\*</sup>  
<sup>a</sup>Université Paris-Saclay, INRAE, AgroParisTech, UMR SayFood, 91120, Palaiseau, France.  
<sup>b</sup>CTCPA, Bourg en Bresse, France  
 sandra.domenek@agroparistech.fr

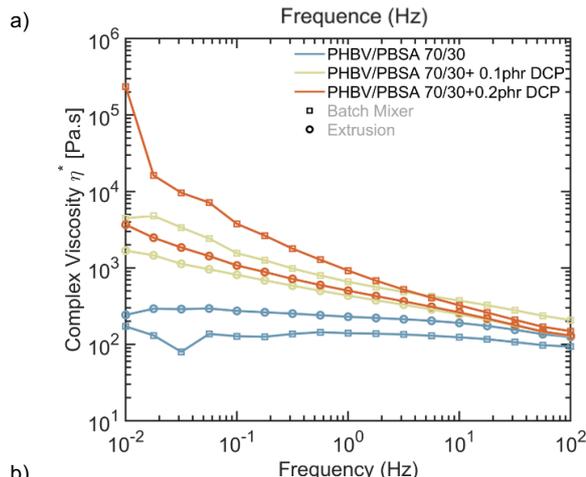
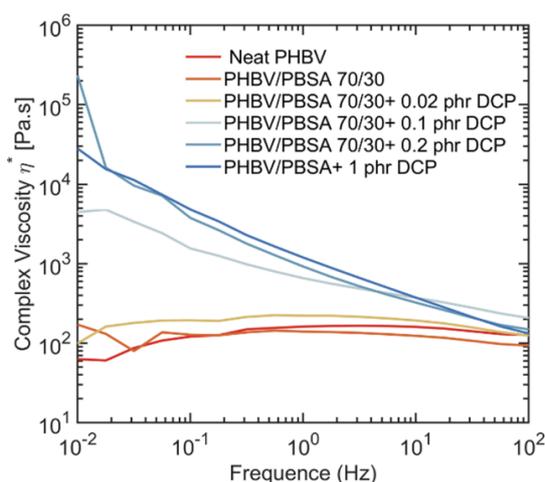
*Palabras clave: melt blending, packaging, frozen food*

**Introducción.** Polyhydroxyalkanoates (PHAs) are thermoplastic polyesters produced as carbon and energy storage compounds by microorganisms under nutritional stress. Short-chain-length PHAs, mainly represented by poly(3-hydroxybutyrate) P(3HB) and the copolymer poly(3-hydroxybutyrate-co-3-hydroxyvalerate)P(3HB-co-3HV) are already commercially available. PHBV can be produced using carbon sources from waste or by-products of agriculture and food industries. This would further promote circular economy because local food waste could be used to make food containers. PHBV is a stiff, brittle, highly crystalline polymer with low thermal stability and a narrow processing window. One strategy that can be adopted to overcome these drawbacks is based on physical melt-blending. In-situ compatibilization can be used to improve the mechanical properties thanks to the enhancement of interfacial adhesion between both phases in binary blends. We developed PHBV/PBSA blends compatibilized with dicumyl peroxide (DCP) and investigated the morphological rheological, thermal, mechanical characteristics, and processability. The formulation, optimized using melt blending, could be processed using film-blowing extrusion. Blown films were then tested in a service situation, corresponding to frozen food packaging.

**Metodología.** Melt blending was realized using an internal mixer (Scamex, France). The mix was cut into pieces and fed to a mini-extrusion line (Scamex, France) coupled to a film blowing device. The tube was filled with frozen French fries and thermally sealed. Aging experiments under service conditions were carried out for 2 months in a freezer chamber at -20 °C.

**Resultados.** The solid fluorescent blends of PHBV and PBSA containing DCP had enough melt strength, making film blowing possible. Changes in viscosity are shown in **Figure 1**. The stiffness of the materials could be largely decreased, elongation at break enhanced, and films stayed flexible even at service conditions of frozen food (-20 °C). Films could be used for the packaging of French fries. No impact of aging at -20 °C on the mechanical properties was found.

**Conclusiones.** PHBV/PBSA/DCP blends could be successfully processed by film blowing. Their use properties were adapted to the packaging of French fries. Aging tests in service conditions showed that the performance of the materials was maintained for at least two months. These blends are, therefore, promising materials for food packaging in applications where packaging is necessary.



**Fig. 1.** Evolution of the complex viscosity as function of frequencies resulting from (a) batch mixing and (b) selected formulation from twin screw extrusion of PHBV/PBSA with varying content of DCP at 185°C.

**Agradecimiento.** The authors acknowledge financial support from the company McCain Alimentaire S.A.S and from ANRT (French National Association for Research and Technology via the CIFRE agreement n°2017/1574 attributed to Benjamin Le Delliou. The authors greatly thank Pierre Gondé for his technical support.

### Bibliografía.

- 1 Le Delliou, B., Vitrac, O., Castro, M., Bruzaud, S., Domenek, S. J. *Appl. Polym. Sci.* 2022 (139) 52124.
2. Le Delliou, B., Vitrac, O., Domenek, S., "Agricultural, Forestry and Bioindustry Biotechnology and Biodiscovery" Chong, P. A., Newman, D. J., Steinmacher, D. A., Eds. Springer International Publishing: Cham, 2020, 227-257

## DISEÑO DE UNA PASTA ALIMENTICIA INTEGRAL ENRIQUECIDA A PARTIR DE HARINAS COMPUESTAS Y SEMILLAS DE CHÍA (*salvia hispánica*)

Carmen Llerena, Rodolfo Zamora

Universidad Estatal de Guayaquil, Facultad de Ingeniería Química, Guayaquil- 090514  
carmen.llerenar@ug.edu.ec

*Palabras clave: Pastas alimenticias, harinas compuestas, quinua, avena, trigo integral.*

**Introducción.** La agroindustria de pastas alimenticias busca nuevas materias prima para su industrialización desarrollando técnicas y métodos para brindar un tipo de pasta al servicio del consumidor, y dentro de ella se encuentran los granos andinos de Ecuador. Por ejemplo, en la región Sierra del Ecuador las provincias de Carchi, Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Chimborazo, Loja, Ambato y Azuay son las principales productoras de quinua, donde destacan las siguientes variedades: Tunkahuan, Ingapirca, Cochassqui, Imbaya, Chaucha, Tanlahua, Piartal, Porotoc, Amarga del Chimborazo, Amarga de Imbabura y Morada (1).

La elaboración de pasta sustituyendo la sémola por harina de quinua mejora la calidad nutricional, pero, con efectos negativos en la calidad sensorial, una porción de 2 onzas de pasta proporciona el 10% de la proteína sugerida por las cantidades diarias recomendada para adultos. Pero al igual que la mayoría de las proteínas alimentarias, las proteínas de la pasta deben complementarse con otras fuentes de alimentos.

La harina es el componente más importante en la producción de pastas alimenticias. La FAO define a las harinas compuestas como aquellas mezclas elaboradas para producir alimentos a base de trigo con otras harinas (cereales, tubérculos, raíces) (2). La hidratación de la harina se hace posible por el mezclado y amasado, facilitando la formación de la mixtura.

El objetivo del presente trabajo fue diseñar una mezcla de harinas con buenas características para la elaboración de un nuevo producto a partir de la combinación de harinas de trigo integral, quinua y avena enriquecida con semilla de chía

**Metodología.** Para obtener el diseño de fórmulas a evaluar se utilizó el software Design Expert, consiste en un triángulo que representa todas las posibilidades de mezcla de los tres componentes evaluados (harinas de quinua, avena y trigo no refinado). Para la experimentación se obtiene como variables independientes las formulaciones de harinas compuestas y mixtura húmeda, agregando las semillas de chía. El diseño de mezcla incluye 14 formulaciones. En función del contenido de proteína hay una reducción a cinco mezclas. El contenido de proteína se realizó a través de MIXOLAB según la técnica Chopin (3).

**Tabla 1.** Formulaciones seleccionadas por medio del proceso tecnológico de la pasta.

Formulaciones seleccionadas	Porcentaje de cada formulación
F1	T70% - Q5% - A5%
F4	T80% - Q5% - A15%
F5	T80% - Q15% - A5%

**Resultados.** La fórmula F5, es la mezcla que mejores resultados obtuvo. La pasta integral desarrollada se obtuvo a partir de un diseño experimental que incluía un máximo del 30% de sustitución de la harina de trigo, y la mejor formulación se obtuvo de la mezcla de harina de trigo integral 80%, harina de quinua precocida 15%, harina de avena 5% y semillas de chía en un 0,2%. El producto final mostró resultados donde hubo un aumento significativo de la proteína 16,34%, cenizas lípidos, firmeza de la miga en comparación con el pan solo de trigo, el valor calórico de la muestra control y de la fórmula optimizada fue significativamente similar por el contenido de lípido presentes en las materias primas como la chía, la quinua, una aceptabilidad general de la pasta cruda y cocida de 5 que se interpreta como "me gusta mucho". Durante el control microbiológico mensual (n=3) el conteo se mantiene dentro de la normativa vigente  $\leq 10$  UFC/ g.

**Conclusiones.** La fórmula final presentó índices nutriciones/funcionales más altos y con una buena aceptabilidad general.

### Bibliografía.

1. Alandia, G., Blajos, J., Rojas, W., Irigoyen, J., & Santivañez, T. (2011). La Quinua: Cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial.
2. Elías, L. (1999). Concepto y tecnologías para la elaboración y uso de harinas compuestas e.
3. CHOPIN Technologies. (2009). Mixolab applications handbook. Rheological and Enzymes Analyses. France: Chopin Technology, (july).

## DESCRIPCIÓN MACRO - MICROESTRUCTURA ANATÓMICA DEL ALBEDO Y FLAVEDO EN CULTIVARES DE NARANJA

Karina Marín<sup>1†</sup>, Raquel Garzón<sup>1</sup>, Jaime Zacarias-García<sup>1</sup>, Cristina M. Rosell<sup>1,2</sup>, <sup>1</sup>Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos, Valencia, 46980 (Spain), <sup>2</sup> Department of Food and Human Nutritional Sciences, University of Manitoba, Winnipeg (Canada) cristina.rosell@umanitoba.ca.

*Palabras clave: análisis de imagen porosidad, estructura*

**Introducción.** El análisis macro y microestructural de los componentes de los alimentos y su interacción se ha reportado durante la postcosecha (1) y el procesamiento de alimentos (2). El albedo es un tejido esponjoso, formado por células parenquimáticas conectada entre sí dejando grandes espacios intercelulares (1). Por otra parte, el flavedo muestra una estructura celular muy compacta, coloreada y de aspecto céreo asociado al contenido de carotenoides y lipídico (3). Los estudios estructurales en estos tejidos se han realizado en frutos frescos y existe escasa información sobre los mismos como ingredientes alimentarios.

**Objetivo:** Describir la macro y microestructura del albedo y flavedo de frutos de naranja (*Citrus sinensis* L.) de tres variedades de la Comunidad Valenciana (España), tanto en estado fresco como liofilizado utilizando análisis de imagen.

**Metodología:** Muestras frescas de albedo (A) y flavedo (F) de tres cultivares (*Cara Cara*, *Kirwood* y *Navel Foios*) se separaron con un pelador automático y se congelaron en nitrógeno líquido. Parte de las muestras seleccionadas se utilizaron para el análisis de imagen, y el resto se liofilizaron y molieron. Las muestras de albedo y flavedo se analizaron utilizando una cámara digital (EvoCam, Surrey, Inglaterra) acoplada a un microscopio electrónico (S-4800, Tokio, Japón). Las muestras liofilizadas se analizaron con un microscopio electrónico de escaneo (SEM, S-4800 Hitachi, Ibaraki, Japón). El procesamiento de las imágenes se analizó utilizando el programa Image J. (Barcelona, España) y NIS-Elements (Nikon Instruments Inc., Tokio, Japón).

**Resultados:** En la Fig. 1 se observa la porosidad del albedo, que se identificó en un rango ( $\epsilon$ ) entre (43.99% a 45.04%). Resultados similares han sido reportados en naranja (1). La Fig. 2 muestra la estructura compacta y coloreada del flavedo (1). Finalmente, la arquitectura celular del flavedo y albedo muestra una estructura típica alveolar para el albedo, mientras que el flavedo presenta una estructura fibrosa con presencia de grietas (Fig. 3).

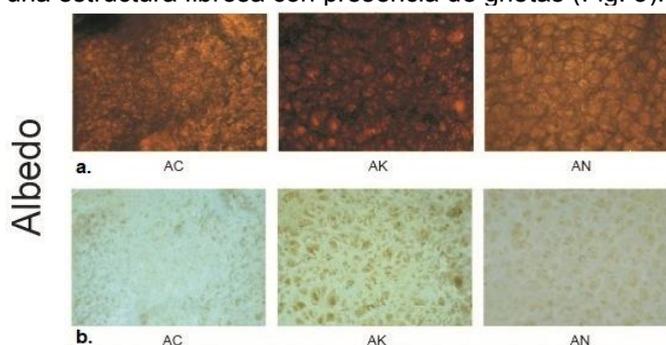


Fig. 1. a. Microestructura del albedo con microscopio electrónico con una magnificación 3.0x (luz transmitada) b. (luz reflejada)

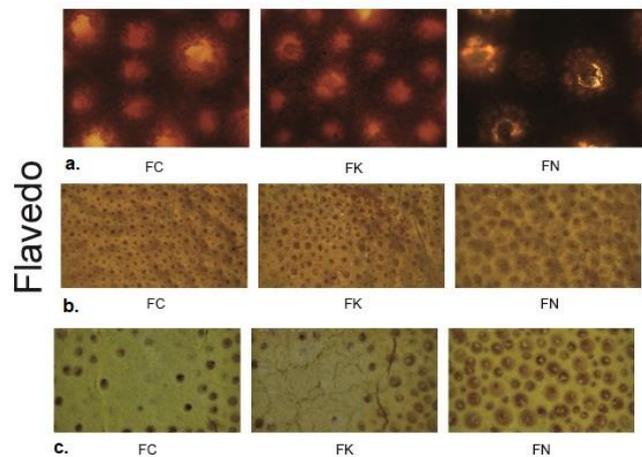


Fig. 2. a. Microestructura del flavedo con una magnificación 3.0x (luz transmitada) b y c Imágenes capturadas de la cara anversa y reversa del flavedo (luz en la habitación).

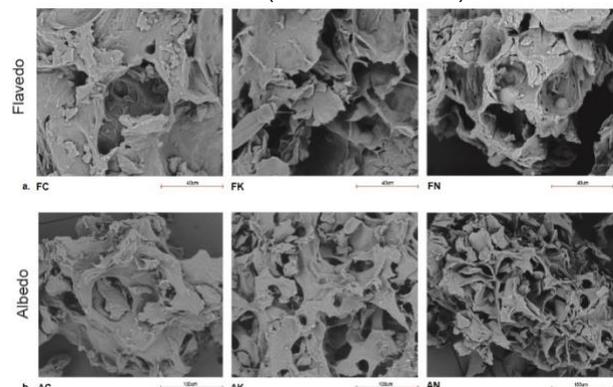


Fig. 3.a.b. Microestructura albedo (1000x) y flavedo (2500x) capturadas por el microscopio electrónico de barrido (SEM).

### Conclusiones.

La microestructura del albedo muestra un rango de porosidad característico de este tejido del fruto, sin diferencias entre cultivares, así como tampoco en el flavedo. Las micrografías obtenidas por SEM mostraron fibrosidades y grietas en la estructura del albedo, más abundantes en la variedad standard 'Navel', que en las otras variedades rojas.

### Agradecimiento.

Karina Marín, agradece al programa de becas Santiago Grisolia (P/020 2020).

### Bibliografía.

1. Cháfer, M., González-Martínez, C., Chiralt, A., & Fito, P. (2003). FRI, 36(1), 35–41.
2. Rosell, C. M., & Garzon, R. (2018). Microstructure and its relationship with quality of confectionary and bakery products. In *Food microstructure and its relationship with quality and stability*. Ed. Devahastin, S. Elsevier, 217–238.
3. Zacarias, L., Cronje, P. & Palou, L. (2020). Postharvest technology of citrus fruits. In: Talón, M., Caruso, M. & Gmitter Jr, F. G. Eds. In *The Genus citrus*. Elsevier, 421–446.

## CARACTERIZACIÓN DE AMINOÁCIDOS DE UNA PREMEZCLA A BASE DE POLVO DE ARVEJAS (*Pisum sativum*) Y AVENA (*Avena sativa*)

Mendoza Lozano Josseline; Paz-Yépez Carolina

Universidad Agraria del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrarias Dr Jacobo Bucaram Ortiz, Guayaquil, 090150  
josseline.mendoza.lozano@uagraria.edu.ec

Palabras clave: Aminoácidos, Arveja, Avena.

**Introducción.** En Ecuador, la desnutrición es un problema que sigue latente (1). En niños y adolescentes, el índice de desnutrición corresponde del 15% al 19,1% y en adultos el 1,9% (2). Se han realizado varios estudios de mezclas de alimentos vegetales con aminoácidos completos para mitigar problemas de desnutrición, promover el consumo de alimentos vegetales u ofrecer alternativas diferentes a las comunes como los alimentos de origen animal. Por lo antes mencionado, el objetivo de esta investigación fue evaluar el perfil de aminoácidos de una premezcla a base de polvo de arveja y avena como una nueva opción de suplemento nutricional.

### Metodología.

Desarrollo de tres formulaciones empleando un cereal (avena) y una leguminosa (arveja): Las formulaciones fueron realizadas considerando proporciones arveja:cereal de: F1:40:60; F2:50:50 y F3:60:40

Determinación del contenido de proteínas por método Kjeldahl: Se determinó el contenido de nitrógeno orgánico total. El método se divide en tres etapas: digestión, destilación y valoración (3).

Caracterización de aminoácidos por método HPLC: Se realizó mediante la combinación de la solución de o-ftalaldehído (OPA) con el ácido mercaptopropiónico produciendo un derivado isoindólico fluorescente que absorbe a 338 nm. La obtención del derivado isoindólico fluorescente se utilizó para la detección de los aminoácidos (4).

Análisis microbiológicos: Se realizaron los análisis microbiológicos de: recuento microbiano aerobio total - recuento total de mohos y levaduras, recuento de enterobacterias – Método de múltiples tubos.

Análisis estadístico: Se utilizó el programa IBM SPSS Statistics 26. Se empleó el análisis de varianza ANOVA y Prueba de normalidad: Shapiro-Wilk.

### Resultados.

Determinación del contenido de proteínas de las formulaciones

Tabla 1. Cantidad de proteínas de las tres formulaciones.

	Tratamientos		
	Formulación 1	Formulación 2	Formulación 3
%	13,96	13,40	13,37
	13,48	13,67	14,00
Proteína	13,29	13,16	13,05
	13,44	13,35	13,12
	13,00	13,18	13,17

Prueba de normalidad: Shapiro-Wilk

Determinación y comparación del perfil de aminoácidos de la formulación seleccionada

Tabla 3. Perfil de aminoácidos esenciales de la formulación 1

Parámetros	Perfil de aminoácidos esenciales					
	Resultados Formulación 1	FAO Lactantes (Hasta 6 meses)	FAO Niños de 6 meses a 3 años	FN B/I OM Niños de 1 a 3 años	FAO Niños mayores, adolescentes, adultos	
	g AA/100 g muestra	mg AA/g proteína	mg AA/g proteína			
Histidina	0.30	22.33	21	20	18	16
Isoleucina	0.45	33.49	55	32	25	30
Leucina	0.86	64.02	96	66	55	61
Lisina	0.76	56.57	69	57	51	48
Metionina + cisteína	0.48	35.73	33	27	25	23
Fenilalanina + Tirosina	1.12	83.37	94	52	47	41
Treonina	0.44	32.75	44	31	27	25
Triptófano	1.27	94.54	17	8.5	7	6.6
Valina	0.57	42.43	55	43	32	40
Cumple/No cumple			No cumple	No cumple	Cumple	Cumple

**Conclusiones.** La formulación 1 tuvo el mayor contenido proteico y con ello se determinó el perfil de aminoácidos; que cumplía con el perfil de aminoácidos propuesto por la FNB/IOM para niños de 1 a 3 años y con el perfil de aminoácidos para niños mayores de 3 años, adolescentes y adultos propuesto por la FAO, exceptuando lactantes. Adicionalmente, los resultados microbiológicos indicaron que la premezcla es apta para el consumo humano.

### Bibliografía.

- Quiroz, G., Bravo, D., Márquez, C., Paucar, E., Alvear, J. A., Paguay, G., . . . Pesantes, E. (2020). *La erradicación de la desnutrición infantil, otra deuda de Ecuador*. El Comercio.
- Freire, W., Ramírez, M. J., Belmont, P., José, M. M., Silva, K., Romero, N., & Sáenz, K. (2013). *RESUMEN EJECUTIVO. TOMO I. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición*. Obtenido de ecuadorencifras.gob.ec.
- ESPOL. (2016). *Determinación de proteína*. Guayaquil, Ecuador.
- Castillo, G., Villar, J., Montano, R., Martínez, C., Pérez, F., Albacete, A., . . . Acosta, M. (2011). *Cuantificación por HPLC del contenido de aminoácidos presentes en el FITOMAS-E*. Murcia, España: ICIDCA.

## ACCION SINERGETICA IN VITRO DE UNA MEZCLA ANTIMICROBIANA NO CONVENCIONAL DE TENSOACTIVOS BACTERIANOS Y AGUA ACTIVADA CON PLASMA FRIO PARA EL CONTROL DE PATOGENOS POSCOSECHA DE FRUTAS

Antonio Moncayo, Mirian Villavicencio, Ximena Yépez y Jonathan Coronel.  
Centro de Investigaciones Biotecnológicas del Ecuador, Guayaquil, EC090112.  
[fmoncayo@espol.edu.ec](mailto:fmoncayo@espol.edu.ec); [jrcorone@espol.edu.ec](mailto:jrcorone@espol.edu.ec)

*Palabras clave: agua activada con plasma frio, extracto crudo de tensoactivos bacterianos, tratamiento poscosecha.*

**Introducción.** Las pérdidas provocadas por hongos patógenos en la producción agrícola mundial son de alrededor de 200 mil millones de dólares americanos anuales. En este contexto, la comunidad científica está buscando métodos alternativos y sostenibles para resolver, por lo cual se propuso la aplicación de una mezcla binaria de extracto crudo de tensoactivos bacterianos (ECTB) obtenidos de *B. subtilis* cepa DS03, y agua activada con plasma frio (AAPF).

El ECTB contiene una gama amplia de lipopeptidos con actividad antimicrobiana [1]; mientras que el AAPF cuenta con especies reactivas de oxígeno y nitrógeno, las cuales han mostrado actividad bactericida dependiendo de su concentración [2].

Este estudio se centró en la determinación de las concentraciones con mayor eficiencia inhibitoria de cada uno de los tratamientos de manera independiente. Resultado que alimentará el diseño experimental para las pruebas a realizar con la mezcla binaria a ser aplicada in vivo en frutos contaminados.

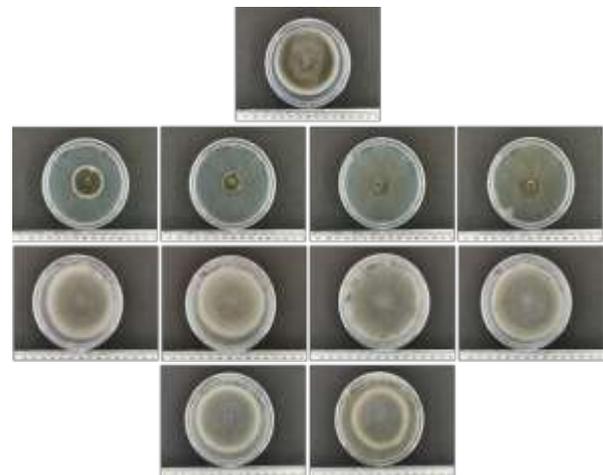
**Metodología.** En la primera etapa se obtuvo ECTB siguiendo el protocolo sugerido por Coronel-León et al, 2016 [3]. Mientras que para la producción de AAPF se sigue el protocolo de Arévalo, R. y Yépez, X., 2021 [4] modificando la fase gaseosa con Argón (Ar) 40 mL a 70 KV por 20 minutos, obteniendo 32292.33  $\mu\text{M}$  de  $\text{H}_2\text{O}_2$  y 3.50  $\mu\text{M}$  de  $\text{N}_3$ .

Del banco de microorganismos del CIBE se selecciona cinco (5) hongos patógenos de frutas: *Colletotrichum musae*, *Curvularia alcornii*, *Lasiodiplodia pseudotheobromae*, *Fusarium globosum* y *Fusarium verticillioides*.

El diseño de experimentos contempló una prueba de barrido para cada uno de los tratamientos, con una muestra de control positivo, cuatro distintas concentraciones de ECTB (100 ppm, 250 ppm, 500 ppm, y 1000 ppm), y seis concentraciones distintas de AAPF (5 %V/V, 10 %V/V, 15 %V/V, 25 %V/V, 50 %V/V, 75 %V/V) para determinar la concentración con mayor eficiencia inhibitoria de manera independiente.

Para las pruebas in vitro, se usa la técnica de medio envenenado, siguiendo el diseño de experimentos mencionado anteriormente. Se inocula los hongos seleccionados por medio de la técnica de disco de micelio (5 mm). Se registra el crecimiento radial del micelio durante siete días, y se calcula la ratio de eficiencia de inhibición al dividir el crecimiento radial del micelio de cada uno de los tratamientos sobre el crecimiento radial del micelio del control positivo (en %).

**Resultados.** Los tratamientos con ECTB mostraron una reducción significativa del crecimiento micelar de los hongos patógenos de frutas que fueron seleccionados; el tratamiento con 500 ppm de ECTB mostró la mayor inhibición promedio (- 49 % y  $\pm$  3 %). Los tratamientos con AAPF no mostraron diferencia significativa en comparación con el crecimiento observado en el control positivo.



**Fig. 1.** Actividad Biológica de los tratamientos: *Curvularia Alcornii*. En la primera fila el control (+), segunda fila tratamientos de ECTB (100 ppm, 250 ppm, 500 ppm y 1000 ppm), tercera y cuarta fila tratamientos con AAPF (5 %V/V, 10 %V/V, 15 %V/V, 25 %V/V, 50 %V/V, 75 %V/V).

**Conclusiones.** Los resultados obtenidos en los tratamientos con ECTB para la inhibición de los hongos patógenos de frutas fueron efectivos, acorde a lo esperado. Sin embargo, los tratamientos con AAPF no mostraron los resultados esperados bajo las condiciones actuales de experimentación, probablemente debido al corto tiempo de vida de las especies reactivas de oxígeno y nitrógeno (48 horas aproximadamente).

**Agradecimiento.** A Mirian Villavicencio, Denisse Yagual y Ximena Yépez por su colaboración durante la ejecución de esta investigación.

### Bibliografía.

1. Bjerck, T., et al. (2021). Biosurfactants: Properties and Applications in Drug Delivery. Bioengineering, 8(8).
2. Almeida, F., et al. (2015). Effects of atmospheric cold plasma and ozone on prebiotic orange juice. Innovative Food Science & Emerging Technologies, 32, 127–135.
3. Coronel-León, et al. (2016). Optimizing the production of the biosurfactant lichenysin and its application in biofilm control. Journal of Applied Microbiology, 120(1), 99–111.
4. Arevalo, R, et al. (2021). Shrimp Surface decontamination by applying cold plasma activated water.

## CINÉTICA DE LOS PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS DURANTE LA FERMENTACIÓN CONTROLADA DE GRANOS DE CACAO CCN-51 CON ADICIÓN DE PULPA DE FRUTAS

María Alicia Peña, Pamela Ortiz, Fernanda Santander, Marco Lazo, Rodrigo Caroca.

Laboratorio de Biotecnología, Facultad de Ciencia y Tecnología, Universidad del Azuay. Av. 24 de mayo 7-77 y Hernán Malo, Cuenca, Código Postal: 010204. [mpena@uazuay.edu.ec](mailto:mpena@uazuay.edu.ec)

Palabras clave: Cacao CCN - 51, pulpa de frutas, bromatológicos, fermentación controlada.

### Introducción.

La fermentación resulta clave para el desarrollo de las características organolépticas de los granos de cacao, por lo cual, se han investigado modificaciones a este proceso con la intención de desarrollar sabores y aromas de elevada calidad. En el Ecuador se cultivan principalmente dos variedades de cacao: Nacional y CCN-51, presentando este último una mejor productividad y rendimiento, pero una calidad sensorial inferior. Con este antecedente, se han realizado investigaciones en la cual se incorporan pulpas de frutas durante el proceso de fermentación de cacao CCN-51, para así mejorar las características organolépticas de estos granos.

El objetivo principal de esta investigación fue evaluar las propiedades fisicoquímicas y bromatológicas durante la fermentación bajo condiciones controladas de granos de cacao CCN - 51 con adición de pulpa de frutas.

### Metodología.

Se montó una fermentación de granos de cacao CCN-51, en la cual se realizó un reemplazo parcial del mucílago por pulpa de maracuyá (*Passiflora edulis*) y banano (*Musa paradisiaca*), según lo reportado por Vizcaíno et al., (2022) [1]. Durante los seis días de fermentación, se controlaron los parámetros temperatura y humedad en una cámara climática (KBF 240, BINDER, Alemania). Se evaluaron cambios fisicoquímicos, específicamente temperatura, pH, ácidos orgánicos y azúcares. Para estos últimos se utilizaron los kits Megazyme correspondientes, siguiendo los protocolos del fabricante. Los parámetros bromatológicos evaluados fueron humedad, grasa, proteína y ceniza, tomando como referencia los métodos AOAC 931.04, AOAC 963.15- 1973, AOAC 970.22 y AOAC 972.15, respectivamente. El análisis estadístico de los resultados se realizó mediante ANOVA de un solo factor y una prueba de Tukey para identificar diferencias significativas entre los distintos días de fermentación. Las diferencias entre las medias se compararon a un nivel de significancia de  $p > 0.05$ . Cada determinación se realizó con un mínimo de tres réplicas.

### Resultados.

Como se evidencia en la Figura 1, en las primeras 48 horas, las concentraciones de ácido cítrico y fructosa fueron altas, pero disminuyeron a lo largo de la fermentación alcanzando valores de 10,11 g/kg y 10,73 g/kg, respectivamente, en el día seis. Conforme la glucosa y la fructosa se fueron consumiendo durante la fermentación, a partir del día dos aumentaron los niveles de ácido acético y ácido láctico (Figura 1), llegando a su valor máximo en el día seis (32,55 g/kg y 26,51 g/kg, respectivamente) [2]. Estos valores encontrados se correlacionan con la disminución del pH que se

evidenció en los cotiledones lo que se corresponde con lo reportado por Pereira et al., (2016) [3].

En contraste, los parámetros bromatológicos no presentaron diferencias significativas al comparar cada día de la fermentación (Tabla. 1). Sin embargo, se observó un aumento del contenido de grasa a las 144h de fermentación, lo que podría tener implicaciones en la calidad y rendimiento del chocolate.

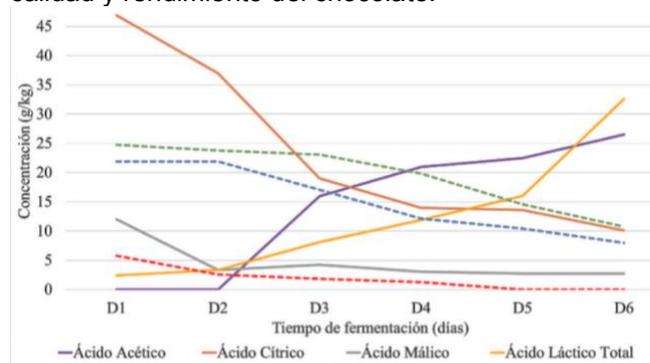


Fig. 1 Cinética de desarrollo de ácidos orgánicos y azúcares de granos de cacao durante el proceso de fermentación.

Tabla 1. Variación de la composición química proximal en los cotiledones de granos de cacao de la variedad CCN - 51 durante el proceso de fermentación 1

Días de fermentación <sup>2</sup>	Análisis proximales				
	Humedad	Grasa	Proteína	Ceniza	Carbohidratos totales
D0	33,86 ± 1,12 <sup>d</sup>	50,13 ± 0,63 <sup>ab</sup>	9,37 ± 0,36 <sup>b</sup>	3,42 ± 0,02 <sup>b</sup>	37,07 ± 0,34 <sup>a</sup>
D1	33,36 ± 0,47 <sup>d</sup>	49,45 ± 0,30 <sup>b</sup>	10,64 ± 0,63 <sup>a</sup>	3,25 ± 0,02 <sup>bc</sup>	36,65 ± 0,53 <sup>a</sup>
D2	38,31 ± 1,12 <sup>c</sup>	52,36 ± 1,53 <sup>ab</sup>	8,25 ± 0,34 <sup>c</sup>	4,18 ± 0,18 <sup>a</sup>	35,21 ± 1,52 <sup>a</sup>
D3	39,24 ± 0,61 <sup>bc</sup>	51,46 ± 2,35 <sup>ab</sup>	8,03 ± 0,07 <sup>c</sup>	4,14 ± 0,13 <sup>a</sup>	36,36 ± 2,29 <sup>a</sup>
D4	38,83 ± 0,65 <sup>c</sup>	53,21 ± 2,39 <sup>ab</sup>	8,25 ± 0,33 <sup>c</sup>	3,39 ± 0,06 <sup>b</sup>	35,14 ± 2,52 <sup>a</sup>
D5	41,12 ± 1,38 <sup>ab</sup>	54,08 ± 1,46 <sup>a</sup>	8,52 ± 0,28 <sup>c</sup>	3,02 ± 0,09 <sup>c</sup>	34,37 ± 1,49 <sup>a</sup>
D6	41,63 ± 1,88 <sup>a</sup>	54,35 ± 2,72 <sup>a</sup>	9,15 ± 0,27 <sup>b</sup>	2,67 ± 0,13 <sup>d</sup>	33,84 ± 2,96 <sup>a</sup>

### Conclusiones.

La cinética observada para los azúcares y los ácidos orgánicos, es similar a la reportada en otras investigaciones con fermentación tradicional, por lo que la inclusión de frutas no tuvo influencia en este sentido. No obstante, se podría esperar que el maracuyá y banano utilizados en esta fermentación, contribuyan positivamente en las características organolépticas de sabor y aroma, con notas frutales, las cuales resultan muy apetecidas en la industria del chocolate.

**Agradecimiento.** Agradecemos a la Universidad del Azuay por el apoyo para la culminación del proyecto.

### Bibliografía.

- Vizcaíno-Almeida, C. R., Guajardo-Flores, D., Caroca-Cáceres, R., Serna-Saldívar, S. O., Briones-García, M., & Lazo-Vélez, M. A. (2022). International Journal of Food Science & Technology.
- De Vuyst, L., & Weckx, S. (2016). Journal of Applied Microbiology, 121(1), 5–17.
- Pereira, G. V. de M., Soccol, V. T., & Soccol, C. R. (2016). Current Opinion in Food Science, 7, 50–57.

## ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO TERMICO DE LA CARNE DE CUY UTILIZANDO CALORIMETRIA DIFERENCIAL DE BARRIDO.

Andrés Pérez G., Soraya Loaiza M, Piercosimo Tripaldi  
Universidad del Azuay, Escuela de Ingeniería en Alimentos, Cuenca, 010104  
aperez@uazuay.edu.ec, sorayaloaiza@es.uazuay.edu.ec, tripaldi@uazuay.edu.ec

**Palabras claves:** Cuy, DSG, desconvolucion

**Introducción.** El comportamiento térmico de las proteínas de la carne ha sido estudiado extensivamente, especialmente para la carne de vacuno, pollo, pavos y cerdos obteniendo las respectivas temperaturas de degradación de las proteínas (miosina, mio-albumina, miogeno, globulina\_X, proteínas sarcoplasmáticas, colageno, mioglobina, actina). No se ha encontrado un estudio de este tipo realizado sobre la carne del Cuy (*Cavia porcellus*).

El objetivo del presente trabajo es estudiar el comportamiento térmico de la carne del cuy mediante técnica de Calorimetría Diferencial de Barrido. Se ha utilizado un aparato de flujo de calor BONIN INSTRUMENT TECHNOLOGY DSC-800B.

**Metodología.** Las muestras de tejido muscular del CUY (*Cavia porcellus*) han sido obtenida del brazo; las muestras han sido estudiadas en un rango de temperaturas entre 40 y 85 °C con una rampa de 5 °C/min según *I. Agafonkina et al.* (1). Se pesaron muestras entre 25 y 30 mg controlando que la base del crisol sea cubierta homogéneamente se realizaron tres replicas. El calorímetro ha sido calibrado previamente para el control de la temperatura con Acido benzoico (Tf=120 °C), Indio (Tf= 156.6 °C), Estaño (Tf= 231.9 °C), Zinc (Tf=419.5 °C). Se ha utilizado como estándar para el cálculo de las energías de desnaturalización el Indio ( $\Delta H_i=28.59$  J/gr). Los termogramas DSG han sido elaborado aplicando un proceso de deconvolución con funciones gaussianas en una hoja de EXCEL con el programa SOLVER modificando el método de *M. Bambi*(2) en el sentido que la línea de base se calculó antes de la desconvolución.

**Resultados.** El termograma típico luego de la corrección de la línea de base para las tres muestras de carne de brazo de cuy se presenta en la Figura 1.

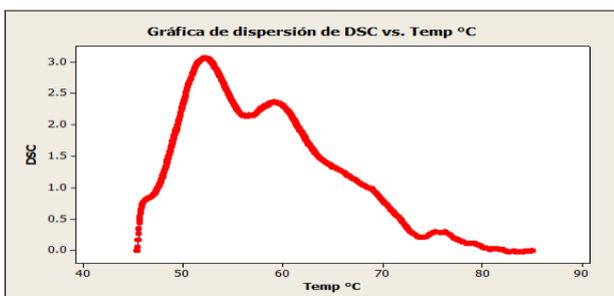


Fig.1 Termograma de la desnaturalización de la carne de brazo de cuy.

En la Figura 2 se presenta un ejemplo de los resultados de la desconvolucion evidenciando los diferentes picos de desnaturalización de los componentes proteicos

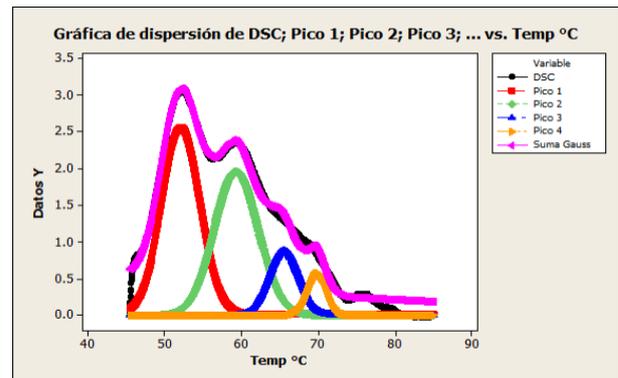


Fig.2 Termograma de los resultados de la desconvolucion y reconstrucción del perfil original.

El pico 1 corresponde a la desnaturalización de la miosina, el pico 2 a las proteínas sarcoplasmáticas y tejido conectivo, el pico 3 a la mioglobina y el pico 4 a la actina. Este procedimiento se ha aplicado a las muestras de carne de cuy. Luego del cálculo de las energías (en J/g) se obtuvieron los valores de la Tabla 1.

Tabla 1. Áreas de los picos y energías de desnaturalización

Áreas Picos	Pico 1 ( 52 °C)	Pico 2 ( 59 °C)	Pico 3 (65 °C)	Pico 4 (70 °C)
Cuy Brazo 1	44.2	51.4	57.7	62
Cuy Brazo 2	49.3	59.9	67.4	73.7
Cuy Brazo 3	52	59.3	67.1	73.7
Mediana	49.3	59.3	67.1	73.7
$\Delta H$ (J/gr)	6.6	4.7	0.9	0.8

**Conclusiones.** La carne de cuy fue evaluada para determinar propiedades térmicas y poder compararla con los demás tipos de carnes con la finalidad de identificar posibles usos dentro de procesos industriales. El perfil del termograma es similar al de las otras carnes de mamíferos según reportado por P. Tamilani (3).

### Bibliografía.

- (1) Agafonkina I. V., Korolev I. A., Sarantsev T. A., 2019, The study of thermal denaturation of beef, pork, chicken and turkey muscle proteins using differential scanning calorimetry. Theory and practice of meat processing. 2019; 4(3): 19–23. DOI 10.21323/2414-438X-2019-4-3-19-23
- (2) Marlene BAMPI, Alberto Mariano SERENO, Franciny Campos SCHMIDT, João Borges LAURINDO, 2016, Evaluation of different software tools for deconvolving differential scanning calorimetry thermograms of salted beef, Food Sci. Technol, Campinas, 36(4): 694-700
- (3) Pankodi Tamilani, Mohan Chandra Pandey, Thermal analysis of meat and meat products A review 2015, J Therm Anal Calorimetry, Springer, DOI 10.1007/s10973-015-4696-8

## PREDICCIÓN COMPUTACIONAL DE LOS TIEMPOS DE RETENCIÓN DE PESTICIDAS IDENTIFICADOS EN MUESTRAS DE ESPINACAS

Jéssica Guerrero, Mateo Mendoza, Cristian Rojas

Universidad del Azuay, Facultad de Ciencia y Tecnología, Grupo de Investigación en Quimiometría y QSAR. Av. 24 de mayo 7-77 y Hernán Malo, Cuenca 010107, [crojasvilla@gmail.com](mailto:crojasvilla@gmail.com)

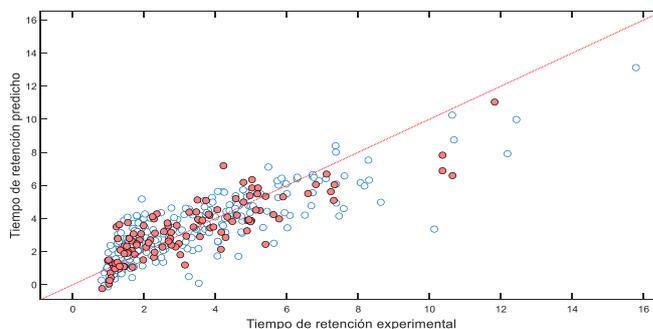
*Palabras clave: espinacas, pesticidas, tiempo de retención, QSPR.*

**Introducción.** En este estudio se ha desarrollado un modelo basado en las relaciones cuantitativas estructura-propiedad (QSPR) para 375 residuos de pesticidas identificados en muestras de espinacas. La propiedad experimental es el tiempo de retención ( $t_R$ ) medido mediante cromatografía líquida de fluidos supercríticos. Los compuestos fueron representados por descriptores moleculares independientes de la conformación con los que se calibraron diversos modelos de mínimos cuadrados ordinarios (OLS). Se obtuvo un modelo predictivo con 6 descriptores, el cual fue validado apropiadamente mediante técnicas internas y externas. Adicionalmente, se estableció el dominio de aplicabilidad del mismo.

**Metodología.** Los datos experimentales de los tiempos de retención ( $t_R$ ) de los pesticidas detectados en muestras de espinacas se ha tomado del trabajo publicado por Ishibashi y colaboradores (1). El método analítico usa un sistema de cromatografía de fluidos supercríticos con una fase inversa Inertsil ODS-EP (250 x 4,6 mm, tamaño de partícula = 5  $\mu$ m) y CO<sub>2</sub> super crítico como fase móvil. Los 375 pesticidas fueron representados mediante la notación lineal de cadena SMILES canónico, los cuales posteriormente estandarizados en el programa alvaMolecule (2), además de fusionar compuestos duplicados por la misma representación SMILES. Para estos compuestos se usó el  $t_R$  promedio. Luego se calcularon 4146 descriptores moleculares independientes de la conformación en el programa alvaDesc (3), con los cuales se aplicó una reducción no supervisada de la dimensionalidad con el algoritmo V-WSP (4). Seguidamente, se calibraron diversos modelos de regresión lineal múltiple en el programa alvaModel (5), donde se aplicaron los algoritmos genéticos como técnica de selección supervisada de descriptores mediante optimización del error cuadrático medio (RMSE) en validación cruzada de ventanas venecianas. Para este propósito la base de datos se dividió de forma aleatoria en un grupo de calibración (70%) y predicción (30%). El mejor modelo se sometió a validación cruzada y se definió el dominio de aplicabilidad.

**Resultados.** La base de datos se dividió en 262 moléculas para calibración y 113 compuestos para la predicción. A partir de los 4146 descriptores calculados, se calibró un modelo de mínimos cuadrados ordinarios predictivo con seis descriptores (Fig. 1):

$$t_R = -23.01 + 46.42 Mv + 0.13 nH - 0.25 X\% + 0.06 P\_VSA\_ppp\_D - 0.97 SM05\_EA(ri) + 1.38 nRNR2$$



**Fig. 1.** Modelo QSPR para la predicción de pesticidas detectados en muestras de espinacas mediante

El modelo presenta calidad aceptable de ajuste ( $R^2 = 0.713$  y  $RMSEC = 1.235$ ) y predicción ( $R^2 = 0.738$  y  $RMSEP = 1.179$ ). Además, la validación interna confirma la estabilidad del modelo frente a perturbaciones internas de dejar-uno-fuera ( $R^2 = 0.695$  y  $RMSECV = 1.273$ ), ventanas venecianas con 5 grupos ( $R^2 = 0.691$  y  $RMSECV = 1.282$ ), Monte Carlo 20% con 1000 iteraciones ( $R^2 = 0.697$  y  $RMSECV = 1.272$ ) y Bootstrap con 1000 iteraciones ( $R^2 = 0.686$  y  $RMSECV = 1.296$ ). Complementariamente, la Aleatorización-Y con 1000 iteraciones ( $R^2 = 0.024$  y  $RMSE = 2.277$ ) verifica que el modelo no es el resultado de una correlación casual. Finalmente, el análisis del dominio de aplicabilidad define un valor de influencia crítico de 0.0668, por debajo del cual se establece la región química de predicciones confiables del modelo. En este caso se observan 9 valores fuera del dominio (extrapolaciones del modelo).

**Conclusiones.** En este trabajo se logró establecer un modelo QSPR independiente de la conformación con una capacidad de predicción del 74 % para los tiempos de retención de pesticidas identificados en muestras de espinacas mediante cromatografía líquida de fluidos supercríticos con la fase inversa Inertsil ODS-EP.

### Bibliografía.

1. Ishibashi, M., Izumi, Y., Sakai, M., Ando, T., Fukusaki, E., & Bamba, T. (2015). *J. Agric. Food Chem.*, 63(18), 4457-4463.
2. Alvascience, alvaMolecule (software to view and prepare chemical datasets) version 1.0.4, 2020, <https://www.alvascience.com>
3. Alvascience, alvaDesc (software for molecular descriptors calculation) version 2.0.12, 2022, <https://www.alvascience.com>
4. Ballabio, D., Consonni, V., Mauri, A., Claeys-Bruno, M., Sergent, M., & Todeschini, R. (2014). *Chemom. Intell. Lab. Syst.*, 136, 147-154.
5. Alvascience, alvaModel (software to model QSAR data) version 2.0.4, 2022, <https://www.alvascience.com>

## EXTENSIÓN DE VIDA DE ALMACEN DE CARNE FRESCA DE RES APLICANDO EXTRACTO DE BACTERIOCINA DE *Lactobacillus paraplantarum*.

María Fernanda Rosales<sup>1</sup>, Josselyn Bravo<sup>1</sup>, María Alicia Peña<sup>1,2</sup>, Rodrigo Caroca<sup>2</sup>, René Tejedor<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>Laboratorio de Microbiología, <sup>2</sup>Laboratorio de Biotecnología, Facultad de Ciencia y Tecnología, Universidad del Azuay. Av. 24 de mayo 7-77 y Hernán Malo, Cuenca, Código Postal: 010204. <sup>3</sup>Instituto de Farmacia y Alimentos. Universidad de La Habana. La Habana- Cuba. mrosales@uazuay.edu.ec

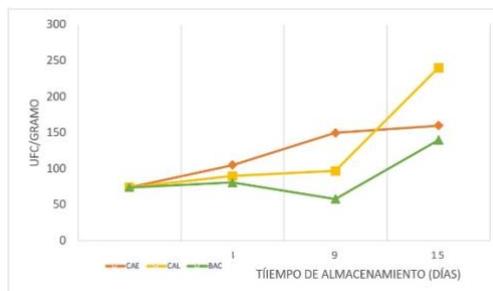
*Palabras clave: bacteriocina, carne, biopreservación.*

**Introducción.** El manejo inadecuado de los productos cárnicos puede traer serias consecuencias para la salud del consumidor y representar pérdidas económicas. La deficiencia en métodos de preservación apropiados, fallas en la cadena de frío y las altas temperaturas, favorecen el crecimiento de microorganismos patógenos y alterantes en tiempos muy cortos. Otro factor de gran importancia en los productos cárnicos de origen vacuno es la contaminación, al momento del faenamiento, el ambiente de las salas, resultando en que los agentes patógenos puedan permanecer en la superficie de la misma o penetrar a través de algún utensilio en el tejido muscular. Existen varios métodos de conservación y se resalta la biopreservación a través del uso de bacteriocinas. Estas se definen como péptidos de origen ribosomal que son secretados al medio extracelular y tienen la capacidad de inhibir el crecimiento de otros microorganismos.

El objetivo de este trabajo fue la de aislar, semipurificar y caracterizar funcional e in vitro bacteriocinas obtenidas a partir de *Lactobacillus paraplantarum*, con el fin de evaluar su acción antimicrobiana y potencial como conservante en carne fresca de res.

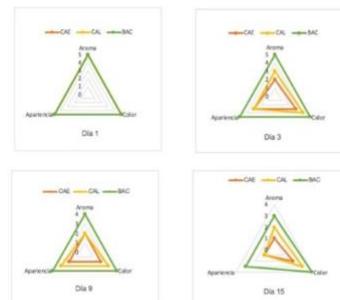
**Metodología.** Se utilizó una cepa de *Lactobacillus paraplantarum* aislada de quesos frescos de Bulán, Paute. Primero se realizó la obtención del Sobrenadante concentrado de *L. paraplantarum* (SCLP), este se concentró y esterilizó a través de filtros de celulosa (1). De acuerdo a la metodología propuesta (2), se precipitaron las proteínas presentes en el SCLP. Se determinó la concentración de proteínas a través del método de Bradford (3) y el peso molecular (péptidos bioactivos). Estos se caracterizaron (4) frente a distintos pH (6 y 6.5), temperatura (4°C +/-1) y enzimas (tripsina y quimiotripsina), cada uno de estos tratamientos se probaron contra bacterias patógenas *Escherichia coli* y *Listeria monocytogenes*, para determinar su efectividad bactericida. La carne de res, se cortó en trozos de 15 g y se prepararon muestras con agua estéril (control), ácido láctico al 1% y SCLP, se empacaron al vacío en fundas de polietileno de alta densidad. Los muestreos se realizaron a los días 1, 3, 9 y 15. Se realizaron análisis microbiológico y análisis sensorial y, además se estableció un modelo cinético de primer orden para calcular el tiempo de vida útil de la carne fresca con SCLP.

**Resultados.** El SCLP funciona adecuadamente in vitro. El conteo inicial de la carne fresca fue de alrededor de 4log UFC/g de Enterobacterias totales. Al noveno día, la carne con SCLP presentó una carga bacteriana inferior al resto, aunque a los 15 días todas las muestras resultaron deterioradas.



**Fig. 1.** Carga microbiana presente en diferentes muestras de carne fresca almacenada en refrigeración por 15 días de almacenamiento al vacío con agua estéril (CAE), ácido láctico (CAL) y sobrenadante concentrado de *Lactobacillus paraplantarum* (BAC)

El análisis sensorial determinó que la carne almacenada tratada con SCLP se mantenía en mejores condiciones durante los días 3 y 9 e incluso pese al deterioro tuvo mejor calificación en el día 15 que las otras muestras.



**Fig. 2.** Cambios sensoriales en carne fresca tratada, durante 15 días de almacenamiento al vacío. Carne con agua estéril (CAE), ácido láctico (CAL) y sobrenadante concentrado de *Lactobacillus paraplantarum* (BAC)

El tiempo de vida útil obtenido a partir del modelo cinético de primer orden es de 13 días, siendo k el valor de 0,2237.

**Conclusiones.** La aplicación de SCLP ha demostrado su efectividad al momento de preservar cortes de carne fresca, empacada al vacío y refrigerada. Esto sugiere que podría ser un buen compuesto de bioconservación.

**Agradecimiento.** Agradecemos a la Universidad del Azuay por el apoyo para la culminación del presente trabajo.

### Bibliografía.

- Vásquez, S., Suárez, H., & Montoya, D. (2009). Evaluación de bacteriocinas como medio protector para la biopreservación de la carne bajo refrigeración. *Rev Chil Nutr*, vol (36): 228-238.
- González, B., Arca, P., Mayo, B., & Suárez, J. (1994). Detection, Purification, and Partial Characterization of Plantaricin C, a Bacteriocin Produced by a *Lactobacillus plantarum* Strain of Dairy Origin. *Appl Environ Microbiol*. 60(6): 2158–2163.
- Bradford, M. (1976). A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. Elsevier, 248-254.
- Heredia, P, Hernández, A, González, A, Vallejo, B. (2017). Bacteriocinas de bacterias ácido lácticas: mecanismos de acción y actividad antimicrobiana contra patógenos en quesos. *Interciencia*, vol. (42): 340-346

## OPTIMIZACIÓN DEL DESGRASADO DEL SALVADO DE ARROZ

Eva Grau<sup>1</sup>, Raquel Garzón<sup>1</sup>, Dolores Rodrigo<sup>1</sup>, Cristina M. Rosell<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos (IATA-CSIC), Calle del Catedrático Agustín Escardino Benlloch, 7, 46980 Paterna, Valencia

<sup>2</sup>Departamento de Ciencias de la Alimentación y Nutrición Humana. Universidad de Manitoba. Winnipeg. Canada  
Cristina.Rosell@umanitoba.ca

*Palabras clave: Subproducto, extracción, aceite*

### Introducción.

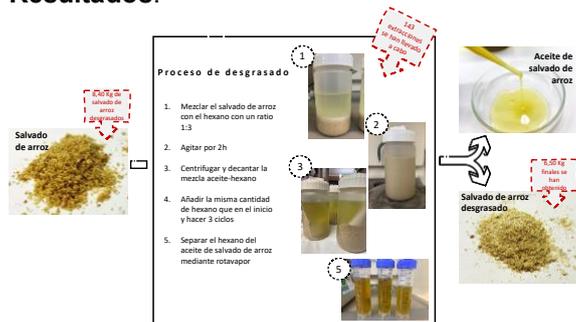
El salvado de arroz (SA) sigue considerándose un subproducto de la molienda del arroz, de precio bajo e infrutilizado por la industria alimentaria (1). Sin embargo, el salvado de arroz posee constituyentes de gran interés, entre ellos 12- 22% de aceite, 11- 17% de proteínas, 6-14% de fibra y 8-17% de cenizas (2). El aceite de salvado de arroz es el principal producto del procesamiento del salvado de arroz. Por sus características es uno de los aceites comestibles más valiosos y saludables debido a su buena composición de ácidos grasos, siendo los principales el linoleico (34-41%), oleico (35-41%), palmítico (17-22%) y esteárico (2-3%), y a la presencia de  $\gamma$ -oryzanol (3). A pesar de ello, menos del 10% del SA se utiliza para producir aceite comestible debido al rápido enranciamiento causado por la presencia de lipasa (4,5). Esta enzima puede hidrolizar el aceite de salvado de arroz en ácidos grasos libres que contribuyen al deterioro de la calidad de este aceite y generación de rancidez. Por ello, muchos estudios se han centrado en la estabilización del salvado de arroz para evitar su enranciamiento y prolongar su vida útil (6).

El objetivo de este trabajo es evaluar el impacto de las condiciones de extracción del aceite del salvado de arroz, con el fin de aumentar el rendimiento de la extracción y obtener un salvado desgrasado más estable durante el almacenamiento.

### Metodología.

Las extracciones de aceite se realizaron utilizando una proporción 1:3 (salvado de arroz: hexano), se mantuvieron en agitación durante diferentes tiempos (30 minutos, 1 hora, 2 horas) y luego se filtraron al vacío o se centrifugaron. Estos pasos se realizaron por duplicado o triplicado para cada muestra. Se probaron un total de 7 tratamientos diferentes.

### Resultados.



**Fig. 1.** Proceso de extracción optimizado

En la tabla 1 se muestran los resultados para los 7 tratamientos realizados, comprobando que el mejor

rendimiento se obtuvo tras 2 horas en agitación, seguido de centrifugación y realizado por triplicado (Fig. 1). El  $84,10\% \pm 0,25$  del aceite de salvado de arroz se extrajo por este método logrando un rendimiento del  $78,92\% \pm 2,04$ , la mayor capacidad de recuperación entre toda la metodología utilizada.

**Tabla 1.** Resultados de los 7 distintos tratamientos (T) de extracción de aceite. Condiciones: (A) tiempo de agitación (h), (F) número de filtraciones, (C) número de centrifugaciones. **Aceite residual**, es el aceite que le queda al salvado después del tratamiento.

**Rendimiento de extracción**, aceite extraído de la muestra con respecto a la cantidad de aceite inicial. **Salvado recuperado**, es el % de salvado desgrasado recuperado después del tratamiento.

T	A	F	C	Aceite residual en el salvado (%) + SD	Rendimiento de extracción (%) + SD	Salvado recuperado (%) + SD
1	1	1	-	4,95 ± 0,07	70,50 ± 0,15	65,75 ± 0,83
2	1	2	-	4,78 ± 0,69	75,65 ± 3,47	62,03 ± 1,75
3	2	2	-	3,42 ± 0,15	82,54 ± 0,76	44,77 ± 0,08
4	2	3	-	2,62 ± 0,13	86,62 ± 0,68	40,60 ± 0,76
5	0,5	-	3	6,58 ± 0,01	66,42 ± 0,08	60,01 ± 1,20
6	1	-	3	7,69 ± 0,21	60,28 ± 0,33	65,81 ± 0,52
7	2	-	3	2,93 ± 0,04	84,11 ± 0,25	78,92 ± 2,04

Además, se ha podido observar la importancia del método de filtrado, el cual requiere la selección de filtros adecuados para evitar pérdida de muestra.

### Conclusiones.

El estudio de las condiciones de extracción del aceite del salvado de arroz ha permitido incrementar el rendimiento de recuperación del aceite hasta 86%, lo cual mejorará la estabilidad del salvado resultante durante el almacenamiento. La metodología más adecuada incluye centrifugación y tiempos de agitación prolongados (2 h).

### Agradecimiento.

Authors acknowledge the financial support of the TRACE-RICE project, with Grant nº 1934, (call 2019, section 1 Agrofood) is part of the PRIMA Programme supported under Horizon 2020, the European Union's Framework Programme for Research and Innovation.

### Bibliografía.

- (1) Mohammadi F., Marti, A., Nayebyzadeh K., Hosseini SM., Tajdar-Oranj B., Jazaeri S. (2021). *Food Chem.* 334, 127583.
- (2) Sharif MK., Butt MS., Anjum FM., Khan SH. (2013). *Crit Rev Food Sci Nutr.* 54:6, 807-816.
- (3) Yu C., Luo T., Cao Y., Wei C., Deng Z. (2021). *LWT.* 146, 111468.
- (4) Narayana T., Kaimal B., Vali SR., Surya BV., Rao K., Chakrabarti PP., Vijayalakshmi P., Kale V., Narayana K., Rani P., Rajamma O., Bhaskar PS, Rao TC. (2015). *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 104 (4), 203-211.
- (5) He, R., Wang Y., Zou Y., Wang Z., Ding D., Wu Y., Ju X. (2020). *J. Sci. Food Agric.* 100 (6), 2638-2647.

## EVALUACIÓN ANTIMICROBIANA DE PELÍCULAS ACTIVAS DE POLILACTIDA- ACEITE ESENCIAL DE ORÉGANO

Verónica Salas-Gómez<sup>1</sup>, Rómulo Salazar<sup>1\*</sup>, Jonathan Coronel-León<sup>2</sup>, Joselyn Díaz-Gastezzi<sup>1</sup>, Alisson Vera-Barreiro<sup>1</sup>, Mildred Naranjo-Dávila<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Escuela Superior Politécnica del Litoral, ESPOL, Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción, Campus Gustavo Galindo, Km 30.5 Vía Perimetral, PO Box 09-01-5863, Guayaquil, Ecuador

<sup>2</sup>Escuela Superior Politécnica del Litoral, ESPOL/Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción, Centro de Investigaciones Biotecnológicas del Ecuador, Campus Gustavo Galindo, Km 30.5, Vía Perimetral, PO Box 09-01-5863, Guayaquil – Ecuador.

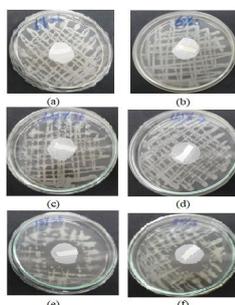
verdesal@espol.edu.ec; rvsalaza@espol.edu.ec

*Palabras clave: Polilactida, Aceite esencial de orégano, propiedades microbianas.*

**Introducción.** Los envases activos que incorporan agentes antibacterianos naturales, como los aceites esenciales, son una alternativa para inhibir el crecimiento de microorganismos y prolongar la vida útil de los alimentos frescos y preparados. La Polilactida (PLA) es uno de los materiales más promisorios para aplicaciones en empaques de alimentos, debido a sus buenas propiedades mecánicas, barrera y su fácil procesamiento [1]. Por otro lado, los aceites esenciales son agentes antimicrobianos naturales, que han sido clasificados como GRAS (generalmente reconocidos como seguros) por la FDA de los EE. UU. En esta investigación se elaboraron películas a base de PLA y aceite esencial de orégano (AEO), y se evaluaron sus propiedades antimicrobianas para determinar su potencial aplicación como películas activas.

**Metodología.** Las películas de PLA fueron elaboradas mediante el método de Solvent Casting [2] utilizando como solvente cloroformo 1:20 (p/v), añadiendo PEG (10% p/p) como plastificante y AEO en concentraciones de 3%, 6%, 12.5%, 20% y 25% (p/p) para evaluar la actividad microbiana de estas películas se utilizó el método de disco de difusión sobre agar in vitro frente a los microorganismos *Staphylococcus aureus*, *Salmonella thiphymurium* y *Aspergillus niger*.

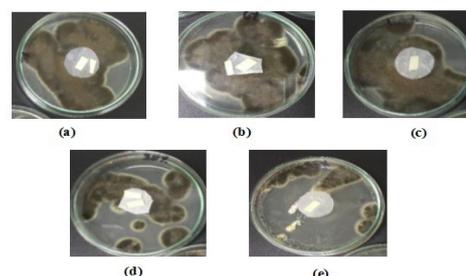
**Resultados.** En la Fig. 1 se presenta la inhibición antimicrobiana originadas por las películas de PLA-AEO en diferentes concentraciones frente a *Staphylococcus aureus* y a *Salmonella typhimurium*.



**Fig. 1** Placas Petri con películas de PLA frente a *S. aureus* (a) 6%; (c) 12.5% y (e) 25% de AEO; y frente a *S. typhimurium* (b) 6%; (d) 12.5%; (f) 25% AEO.

Las películas de PLA con 6% y 12.5% de AEO presentaron crecimiento microbiano frente a *S. aureus* y *S. typhimurium*, mientras que las películas de PLA con AEO al 25%, mostraron halos de inhibición de  $28 \pm 6.5$  mm y  $25 \pm 4.1$  mm de diámetro, para *S. aureus* y *S. typhimurium*, respectivamente, esto puede ser atribuido a diferencias en el contenido de carvacrol y otros compuestos con actividad antimicrobiana del AEO estudiado [3].

Para el estudio de la actividad antifúngica, la inhibición antifúngica fue evaluada frente a *A. niger*, tal como se muestra en la Fig. 2.



**Fig. 2** Placas con películas de PLA con AEO a diferentes concentraciones: (a) 3%; (b) 6%; (c) 12.5%; (d) 20% y (e) 25% frente a *A. niger*.

En los resultados obtenidos podemos observar, que en concentraciones de 25% de AEO de orégano tienen un mayor porcentaje de inhibición microbiano. Nuestros resultados concuerdan con la literatura reportada [4], debido que se obtuvieron porcentajes de inhibición entre el 42 al 95% frente a *A. niger* en concentraciones del 3% al 25% de AEO (55% de carvacrol), que aumentaron a medida que se incrementó el porcentaje de AEO. El efecto inhibitorio del AEO puede ser atribuido a la presencia de carvacrol y timol en el AEO. Adicionalmente ha sido reportado un efecto sinérgico entre ambos compuestos que incrementa su actividad antifúngica [5].

**Conclusiones.** Los resultados mostraron el aumento de la inhibición con el incremento de la concentración de aceite esencial en la película de PLA. Las películas elaboradas presentaron inhibición antibacteriana a partir de concentraciones del 25% de AEO. Al contrario, la inhibición antifúngica media se presentaron en concentraciones entre el 3% y el 12.5% e inhibición antifúngica alta en concentraciones entre el 20% y el 25% de AEO.

**Agradecimiento.** Los autores desean agradecer a la Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción (FIMCP) y a la ESPOL la financiación.

### Bibliografía.

- [1] Salazar, R., Domenek, S. y Ducruet, V. (2014). *Food Chem.*, vol. 148, pp. 138–146.
- [2] Atiqah, M. A. N., Sharifah, I. S. S., Yose, F. B., Maizatunisa, O. y Norhashimah, S. (2019). *Mater. Today Proc.*, vol. 17, pp. 889–897.
- [3] Javidi, Z., Hosseini, S. F. y Rezaei, M. (2016). *LWT - Food Sci. Technol.*, vol. 72, pp. 251–260.
- [4] Yahyaoui, M., Gordobil, O., Herrera Díaz, R., Abderrabba, M. y Labidi, J. (2016). *React. Funct. Polym.*, vol. 109, pp. 1–8.
- [5] M. El Ajjoury *et al.*, "Activité antifongique des huiles essentielles de thymus bleicherianus pomel et thymus capitatus (L.) hoffm. & link contre les champignons de pourriture du bois d'oeuvre," *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, vol. 12, no. 4, pp. 129–135, 2008.

# CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y TÉRMICAS DE PELÍCULAS COMPUESTAS ACTIVAS DE POLILACTIDA – POLIETILENGLICOL – QUITOSANO ELABORADAS POR FUNDICIÓN CON TERMOCOMPRESIÓN.

Verónica Salas-Gómez<sup>1</sup>, Rómulo Salazar<sup>1\*</sup>, Adriana A. Alvarado<sup>2</sup> y Haci Baykara<sup>1,3\*</sup>

<sup>1</sup>Escuela Superior Politécnica del Litoral, ESPOL, Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción, PO Box 09-01-5863 Guayaquil, Ecuador.

<sup>2</sup>Escuela Superior Politécnica del Litoral, ESPOL, Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas, Departamento de Química y Ciencias Ambientales, PO Box 09-01-5863 Guayaquil, Ecuador.

<sup>3</sup>Escuela Superior Politécnica del Litoral, ESPOL, Center of Nanotechnology Research and Development (CIDNA), PO Box 09-01-5863 Guayaquil, Ecuador.

[vsalaza@espol.edu.ec](mailto:vsalaza@espol.edu.ec) y [hbaykara@espol.edu.ec](mailto:hbaykara@espol.edu.ec)

**Palabras clave:** Polilactida, Quitosano, Termocompresión.

**Introducción.** El PLA es un termoplástico fabricado a partir de recursos renovables que se utiliza como material de envasado debido a su versatilidad en la presentación del producto. Sin embargo, presenta limitaciones en sus propiedades mecánicas (rigidez, fragilidad) y pobres propiedades térmicas. El quitosano es un biopolímero que se obtiene por desacetilación alcalina de la quitina del exoesqueleto de los crustáceos. Con el fin de continuar en el campo de la preparación de películas de PLA con Quitosano (Q) producido a partir de cáscaras de camarón ecuatoriano, en este estudio se prepararon películas de PLA con bajas concentraciones de Q aplicando la técnica de termocompresión para medir sus propiedades térmicas y mecánicas.

**Metodología.** El Q se obtuvo a partir de cáscaras de camarón según las metodologías reportadas en la literatura [1]. Las películas compuestas se prepararon según el método descrito por Rapa et al.[2]. Se prepararon películas con diferentes contenidos de Q (0.5%, 1% y 2%) utilizando Q comercial y sintetizado. El PLA y Q se mezclaron con el plastificante PEG300 en un plastógrafo Brabender a una temperatura de 170 °C, a una velocidad de tornillo fija de 60 rpm durante 10 minutos. Luego, se prepararon películas mediante moldeo por compresión, con dimensiones de 15 cm x 15 cm y un espesor máximo de 80 µm, utilizando una termoprensa hidráulica. Se preparó una muestra sólo con PLA en las mismas condiciones de referencia.

**Resultados.** En la Fig. 1 se presenta las curvas térmicas de las muestras analizadas mediante DSC. La película de PLA puro tenía una Tg de 59.75°C. La película de PLA-PG y todos los composites presentaron valores entre 39.49 y 44.80 °C, significativamente diferentes en comparación con el PLA puro, se atribuye al efecto plastificante del PEG [2]. Sin embargo, los valores de Tg de la película de PL-PG y los composites no mostraron diferencias significativas. Se observa que la adición de 0.5 - 2% de Q a la matriz compuesta no produjo ningún cambio ni en la Tg ni en el índice de cristalinidad, lo que coincide con la literatura [3]. En la Tabla 4 se presenta los resultados de las propiedades mecánicas para cada una de las muestras. La muestra de PLA puro presenta la mayor tensión y una baja deformación a la rotura, lo que indica que se trata de una película rígida y frágil. La adición de PEG a la película de PLA redujo la resistencia a la tracción, la deformación a la rotura y el módulo de

elasticidad, haciendo que el material redujera su rigidez pero conservando la fragilidad [2], [4].

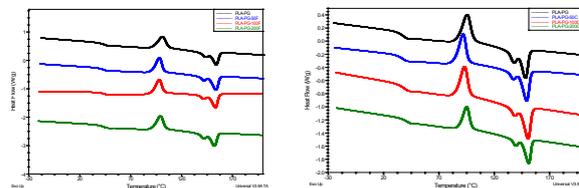


Fig. 1 Termogramas DSC de las muestras elaboradas.

Al incorporar una pequeño contenido de Q en la matriz de la película existe un ligero incremento del módulo de elasticidad en las muestras de PLA-PG-F en comparación con el PLA puro, aunque en comparación con todos los composites la variación de las propiedades mecánicas debida a la incorporación del Q no es muy significativa.

**Tabla 4.** Tensión máxima media, Módulo de elasticidad y Deformación a la rotura media para las películas de PLA/PEG/Quitosano.

Serie	Tensión máxima media (MPa)	Deformación a la rotura media (%)	Módulo de elasticidad (MPa)
PLA	26.67 ± 3.44 <sup>a</sup>	1.76 ± 0.21 <sup>a</sup>	2376.67 ± 205.51 <sup>a</sup>
PLA-PG	17.18 ± 4.70 <sup>b,c</sup>	1.28 ± 0.23 <sup>b</sup>	2226.67 ± 554.50 <sup>a</sup>
PLA-PG-50C	12.30 ± 0.89 <sup>b</sup>	0.87 ± 0.12 <sup>b,c</sup>	1926.67 ± 77.67 <sup>a</sup>
PLA-PG-100C	17.67 ± 0.81 <sup>b,c</sup>	1.22 ± 0.03 <sup>c,d</sup>	2023.33 ± 184.48 <sup>a</sup>
PLA-PG-200C	16.67 ± 1.42 <sup>b,c</sup>	0.84 ± 0.01 <sup>d</sup>	2420.00 ± 86.60 <sup>a</sup>
PLA-PG-50F	19.80 ± 0.92 <sup>c</sup>	1.15 ± 0.09 <sup>d</sup>	2503.33 ± 85.05 <sup>a</sup>
PLA-PG-100F	17.63 ± 1.68 <sup>b,c</sup>	0.99 ± 0.02 <sup>b,c</sup>	2466.67 ± 292.63 <sup>a</sup>
PLA-PG-200F	15.28 ± 6.05 <sup>b,c</sup>	0.80 ± 0.15 <sup>d</sup>	2368.33 ± 791.34 <sup>a</sup>

<sup>a</sup>Diferentes letras indican diferencias significativas a p < 0.05 (Duncan).

**Conclusiones.** Las películas presentaron una mayor adhesión del quitosano a la matriz polimérica, pero no mostró mejoras significativas en las propiedades mecánicas y térmicas debido a la fragilidad y rigidez de las películas.

**Agradecimiento.** Los autores agradecen el financiamiento de la SENESCYT Ecuador, subvención INEDITA, proyecto PIC-18-INE-ESPOL-004, convenio 20180137CI.

### Bibliografía.

- [1] No, H. K., Meyers, S. P. and Lee, K. S. (1989). *J. Agric. Food Chem.*, vol. 37, no. 3, pp. 575–579
- [2] Răpă, M. et al. (2016). *Compos. Part B Eng.*, vol. 102, pp. 112–121.
- [3] Correlo, V.M, Boesel, L. F., Bhattacharya, M., Mano, J.F., Neves, N. M. and Reis, R. L. (2005). *Mater. Sci. Eng. A*, vol. 403, no. 1–2, pp. 57–68.
- [4] Llana-Ruiz-Cabello, M. et al., (2018). *Food Addit. Contam. - Part Chem. Anal. Control Expo. Risk Assess.*, vol. 35, no. 4, pp. 782–791.

## DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE CADMIO EN CHOCOLATES CON DIFERENTES PORCENTAJES DE CACAO PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE PICHINCHA, EMPLEANDO LA METODOLOGÍA DE ESPECTROMETRÍA DE ABSORCIÓN ATÓMICA POR HORNO DE GRAFITO

David Salgado Cepeda, Eduardo Sánchez Timm, Diana G. Carvajal-Aldaz  
Escuela Politécnica Superior del Litoral, Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción,  
Guayaquil 090150, drsalgad@espol.edu.ec.

*Palabras clave: Chocolate, Cadmio, Absorción Atómica*

**Introducción.** El cacao es el tercer producto agrícola de mayor importancia para el Ecuador (1). En el año 2020, Ecuador exportó 328 mil TM de cacao que equivalen aproximadamente a USD 850.000.000 en ingresos. De este volumen total de exportación el chocolate representó del 1 al 2%. Se estima que el mercado mundial de chocolate crecerá desde los USD 138,5 mil millones en 2020 hasta los USD 200,4 mil millones para 2028, a una tasa de crecimiento anual del 4,8%. La presencia de cadmio en el cacao y el chocolate ecuatoriano es una amenaza para incrementar las exportaciones, principalmente al mercado europeo. El cadmio (Cd) es un metal pesado no esencial, que se acumula en suelos agrícolas debido a procesos naturales y artificiales (2). El Cd puede acumularse en animales y plantas. En plantas se encuentra principalmente en semillas oleaginosas, granos de cacao y ciertos hongos silvestres (3). Las principales formas de exposición humana al Cd son inhalación e ingestión y tiene una vida media de 10 años en el cuerpo humano desde su ingesta. La Unión Europea adoptó el Reglamento 488/2014, que entró en vigor el primero de enero de 2019, en el cual se establece el contenido máximo para el Cd en productos alimenticios. El objetivo de este estudio fue evaluar la concentración de cadmio de las diferentes marcas de chocolate de la provincia de Pichincha para la verificación del cumplimiento de los límites máximos (LM) establecidos en el reglamento 488/2014 de la Unión Europea, empleando la metodología de espectrometría de absorción atómica por horno de grafito.

**Metodología.** Se tomaron 12 muestras de chocolate con un contenido de materia seca total de cacao  $\geq 50\%$  y 3 muestras de chocolate con leche con un contenido de materia seca total de cacao  $\geq 30\%$ , provenientes de supermercados de las ciudades de Quito y Cayambe, en los meses de septiembre y octubre de 2021. Las muestras fueron trituradas y en vasos de digestión se pesó por triplicado 1,00 g aproximadamente. A continuación, se prepararon las muestras según el protocolo propuesto por Leao (4). Finalmente, se determinaron las concentraciones de Cd en un Espectrómetro de Absorción Atómica Thermo Scientific modelo iCE 3500, empleando el horno de grafito. Los resultados de las concentraciones se analizaron mediante ANOVA, prueba HSD de Tukey y prueba de Pearson con un nivel de significancia de 0,05 en el programa Minitab versión 20.3, 2021.

**Resultados.** Los chocolates con un contenido de materia seca total de cacao  $\geq 50\%$  presentaron una concentración media de  $0,38 \pm 0,18$  mg Cd/kg. Esta no superó el LM permitido de 0,80 mg Cd/kg. Además, se determinó que existieron diferencias estadísticas significativas entre las muestras, siendo la muestra M con 0,72 mg Cd/kg la más próxima al LM permitido. La muestra M correspondía a chocolate negro 80% sólidos de cacao fino aroma. Los chocolates con un contenido de materia seca total de cacao  $< 50\%$ ; chocolate con leche con un contenido de materia seca total de cacao  $\geq 30\%$  presentaron una concentración media de  $0,06 \pm 0,02$  mg Cd/kg. Nuevamente, esta no superó el LM permitido de 0,30 mg Cd/kg, aunque fueron estadísticamente diferentes ninguna de las muestras se aproximó al LM permitido. Finalmente, los chocolates con un contenido de materia seca total de cacao  $\geq 50\%$  no evidenció una correlación significativa entre el porcentaje de sólidos de cacao y la concentración de cadmio. Mientras que para los chocolates con un contenido de materia seca total de cacao  $< 50\%$ ; chocolate con leche con un contenido de materia seca total de cacao  $\geq 30\%$  evidenció una correlación positiva significativa entre el porcentaje de sólido de cacao y la concentración de cadmio.

**Conclusiones.** Todos los chocolates analizados presentaron concentraciones de cadmio por debajo de los LM establecidos en el Reglamento 488/2014 de la Unión Europea cumpliendo así con la regulación de un potencial cliente internacional. Esto asegura reducir riesgos de posibles enfermedades relacionadas al consumo de altas concentraciones de este metal pesado.

**Agradecimiento.** Escuela Superior Politécnica del Litoral.

### Bibliografía.

1. Saravia-Matus, S., Rodríguez, A. & Saravia, J. (2020). *Organic Agriculture*. 10(1): 23-24.
2. Chavez, E., He, Z., Stoffella, P., Mylavarapu, R., Li, Y. & Baligar, V. (2016). *Chemosphere*. 150: 57-62.
3. Genchi, G., Sinicropi, M., Lauria, G., Carocci, A., & Catalano, A. (2020). *International journal of environmental research and public health*. 17(11): 1-24.
4. Leao, D., Junior, M., Brandao, G., & Ferreira, S. (2016). *Talanta*. 153: 45-50.

## BIXIN AND ACETYL TRIBUTYL CITRATE IN POLYLACTIDE FILMS PRODUCED BY CASTING AND MELT PROCESSING - STABILITY AND PROTECTION PERFORMANCE ON FOOD PRODUCTS

Liana Stoll<sup>a</sup>, Mari-Noelle Maillard<sup>b</sup>, Even Le Roux<sup>b</sup>, Alessandro Rios<sup>a</sup>, Sandra Domenek<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Institute of Food Sciences and Technology, Federal University of Rio Grande do Sul (UFRGS), Av. Bento Gonçalves, 9500, Prédio 43.212, Campus do Vale, Porto Alegre, RS, CEP 91501-970, Brasil.

<sup>b</sup>Université Paris-Saclay, INRAE, AgroParisTech, UMR SayFood, 91120, Palaiseau, France.  
sandra.domenek@agroparistech.fr

*Palabras clave: active packaging, natural antioxidants, thermal stability.*

**Introducción.** Food packaging facilitates its handling, preservation, and distribution. Most food is consumed far away from its production sites and at times which are not necessarily correlated with the seasonal harvesting of crops. Recycling is one of the main strategies to reduce plastics environmental impact, but it requires an important investment in the waste treatment infrastructure. Moreover, the use of recycled materials to produce new food packaging presents challenges concerning food safety, because open recycling streams can be a source of contamination of the packed products. Under this perspective, the use of biodegradable materials for food packaging represents a promising alternative to reduce the societal waste disposal problem, while requiring less investment. Furthermore, innovation using new polymer resins is also an opportunity to include by-products of food industry and agriculture in the production of packaging materials, offering the possibility to increase the part of renewable materials in the sector and to decrease the waste generation. Active biodegradable packaging materials are with this respect of particular interest for food manufacturers eager to improve the sustainability and environmental impact of their products, because they contribute maintaining food quality and safety. Here, we used bixin, a carotenoid with colouring and antioxidant properties and plasticized polylactide (PLA) as polymer matrix. Typical melt processes of PLA are carried out between 160 and 220 °C involving heat and shear, which can cause thermal degradation of the antioxidant. The aim of the study was to measure the thermal degradation of bixin, analyse degradation products, and evaluate its impact on the performance of the active packaging in the protection of oxidation sensitive foods.

**Metodología.** Bixin was extracted from annatto seeds (*Bixa orellana*) and used to produce polylactide active films. Acetyl tributyl citrate (ATBC) was used as plasticizer in PLA. The films were produced by casting (C) through polymer dissolution, and by melt fusion through internal mixer (IM) at 160 °C/50rpm. Afterwards, both materials were thermo-pressed (TP) at 160 °C. The effect of thermal treatments over films color changes and bixin stability was evaluated by UV-VIS spectrophotometry. The bixin degradation products were analyzed by UHPLC-PDA-MS and the effect on food preservation with the help of aging tests of sunflower oil in the dark and in the light.

**Resultados.** Films presented a strong and vibrant orange color before and after the thermal treatments,

where a decrease in films redness and an increase in yellowness occurred due to bixin thermal degradation. Films produced by melt processing presented the highest color change ( $\Delta E=40$ ) (**Table 1**) and higher bixin migration coefficients than the other treatments. The main degradation reaction was cis/trans (Z/E) isomerization. This did not impair the performance of PLA/bixin films for protecting sunflower oil during an accelerated aging tests (data not shown).

**Tabla 1.** Bixin color change in PLA films due to thermal degradation

	ATBC (%)	Bixin (%)	Cast film	TP Film	$\Delta$ Chroma
FP	0	0			0.4
FPA	13	0			0.3
F1	0	0.01			-43.4
F1A	13	0.01			-44.5
F5	0	0.05			-23.7
F5A	13	0.05			-33.3
F10	0	0.1			17.5
F10A	13	0.1			13.2

**Conclusiones.** This study shows that the degradation of the natural antioxidant bixin during melt processing of polymers is not fatal for its performance. Bixin is therefore a very promising natural additive to improve the performance of commercial packaging materials for preserving the quality of various food products.

**Agradecimiento.** The research was supported by funds of the Doctoral Program Sandwich Abroad - CAPES PDSE Process Number 88881.189021/2018-01 and Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS).

### Bibliografía.

1. Stoll, L., Domenek, S., Flores, S. H., Nachtigall, S. M. B., Rios, A. D. (2021) *J Appl Polym Sci* 11: 50302.
2. Stoll, L., Rech, R., Flores, S. H., Nachtigall, S. M. B., Rios, A. D. (2018). *J Appl Polym Sci* 135(33): 46585.
3. Stoll, L., Rech, R., Flores, S. H., Nachtigall, S. M. B., Rios, A. D. (2019) *Food Chem.* 281: 213-221.

## DETERMINACION DE LACTOSA EN PRESENCIA DE SACAROSA, GLUCOSA, FRUCTOSA MEDIANTE ESPECTROSCOPIA INFRARROJA FTIR-ATR

Mónica González, Andrés Pérez-González, Piercosimo Tripaldi  
Universidad del Azuay, Escuela de Ingeniería en Alimentos, Cuenca, 010104  
monicagonzalez-25@es.uazuay.edu.ec, aperez@uazuay.edu.ec, tripaldi@uazuay.edu.ec

Palabras clave: FTIR-ATR, Lactosa, Regresion

**Introducción.** En el presente trabajo se desarrolló un método analítico para cuantificar la lactosa en una mezcla de distintos azúcares. Los azúcares utilizados para esto fueron: lactosa, sacarosa, glucosa y fructosa. Para el desarrollo de esta investigación se realizó un diseño experimental de mezclas que permitió evaluar la influencia que tiene cada azúcar sobre el espectro infrarrojo; seguidamente, se aplicaron técnicas Quimiométricas para encontrar la mejor relación que existe entre los espectros infrarrojos y las concentraciones de los azúcares utilizados en el diseño experimental lo que permitió desarrollar un modelo matemático aplicable para cuantificar la lactosa, utilizando la información de la espectroscopia infrarroja (FTIR).

**Metodología.** Se prepararon 4 soluciones madre de cada azúcar; de acuerdo a la solubilidad máxima de la lactosa reportada en 1 (100, 75, 50 y 25 g/L). En cuanto a la primera concentración que fue de 100 g/L se procedió a pesar 50 gramos de cada azúcar (lactosa, sacarosa, glucosa y fructosa) y se lo aforó en 500 ml, posteriormente se realizó las mezclas de los 4 azúcares de acuerdo al diseño experimental, teniendo un total de 17 mezclas para esta concentración; seguidamente se procedió a la lectura en el equipo espectro infrarrojo (FTIR) Nicolet SUMMIT PRO THERMO Scientific con el fin de obtener los espectros de cada mezcla; lo mismo se realizó para las concentración de 75, 50 y 25 g/L. Al tener todos los espectros se calculó la primera y la segunda derivada debido a que no toda la información se encuentra en el espectro original, Finalmente se aplicaron técnicas Quimiométricas para encontrar el mejor pretratamiento, utilizando la primera y la segunda derivada, la selección de variables óptimas fue mediante el Algoritmo Genético (2) utilizando el método de Mínimos cuadrados parciales (PLS), Mínimos cuadrados ordinarios (OLS) y Regresión local (KNN)(3), por último se han fundido las mejores longitudes de onda seleccionadas, se ha recalculado el modelo mediante regresión KNN.

**Resultados.** En la figura No 1 se presenta el espectro FTIR\_ATR de la lactosa en el rango de 900 hasta 1500  $\text{cm}^{-1}$ .

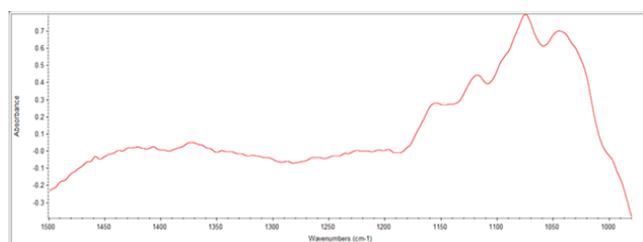


Fig.1. Espectro Infrarrojo de la Lactosa

Tabla 1. Diseño Experimental

Patrones Madre	Lactosa	Fructosa	Glucosa	Sacarosa
	50/500 g/ml	0 ml	0 ml	0 ml
50/500 g/ml	0 ml	50/500 g/ml	0 ml	0 ml
37,5/500 g/ml	0 ml	0 ml	50/500 g/ml	0 ml
25g/500 g/ml	25 ml	25 ml	0 ml	50/500 g/ml
12,5/500 g/ml	25 ml	0 ml	25 ml	0 ml
	25 ml	0 ml	0 ml	25 ml
	0 ml	25 ml	25 ml	0 ml
	0 ml	25 ml	0 ml	25 ml
	10 ml	10 ml	10 ml	0 ml
	10 ml	10 ml	0 ml	10 ml
	10 ml	0 ml	10 ml	10 ml
	0 ml	10 ml	10 ml	10 ml
	25 ml	25 ml	25 ml	25 ml
	50 ml	10 ml	10 ml	10 ml
	10 ml	50 ml	10 ml	10 ml
	10 ml	10 ml	50 ml	10 ml
	10 ml	10 ml	10 ml	50 ml
	25 ml	25 ml	25 ml	25 ml
	25 ml	25 ml	25 ml	25 ml

En la Tabla 2 se presentan los parámetros de calidad del modelo final para los conjuntos de entrenamiento, validación cruzada y conjunto externo de predicción.

Tabla 2. Parámetros de calidad de los modelos obtenidos luego de la fusión

Metodo	Calibracion	Validacion cruzada	Prediccion
$R^2$ (OLS)	0.76	0.713	0.633
$R^2$ (KN-5 vecinos)	0.802	0.815	0.731

El modelo más predictivo es el método local KN con 5 vecinos en cuanto su  $R^2$  es de 0.731 este trabaja con  $1167.69 \text{ cm}^{-1}$  del espectro original, con  $1057.28$ ,  $1108.39$ ,  $1107.90 \text{ cm}^{-1}$  de la derivada segunda del espectro.

**Conclusiones.** Mediante el método de espectroscopia infrarroja se obtuvo un método de análisis rápido, no destructivo de análisis y siendo versátil en cuestión de tiempo. El modelo obtenido tiene buena capacidad de predicción el cual permite calcular rápidamente la concentración de la lactosa en muestras en las cuales están presentes otros azúcares comunes.

### Bibliografía

1. National Toxicology Program, Institute of Environmental Health Sciences, National Institutes of Health (NTP). 1992.. <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/6134#section=Melting-Point>.
2. Leardi, R. and Lupianez, A. (1998). Genetic algorithms applied to feature selection in PLS regression: how and when to use them. *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*, 41, 195-207
3. V. Consonni, G. Baccolo, F. Gosetti, R. Todeschini, D. Ballabio (2021) A MATLAB toolbox for multivariate regression coupled with variable selection. *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*, 213, 104313

## INDUCCIÓN ANAÉROBICA DE *Bradyrhizobium japonicum* EN LA POSTCOSECHA DE HÍBRIDOS EXPERIMENTALES DE CACAO Y SU MEJORAMIENTO EN LA CALIDAD FERMENTATIVA

Luis Vásquez Cortez<sup>1</sup>, Jaime Vera Chang<sup>3</sup>, Kerly Alvarado Vásquez<sup>1</sup>, Frank Intriago Flor<sup>1</sup>, Arelis Gaibor Ramón<sup>2</sup>, Víctor Castro Triana<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Posgrados, Maestría en Agroindustria, Universidad Técnica de Manabí

<sup>2</sup> Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias Industria y Producción

<sup>3</sup> Facultad de la Industria y Producción, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Campus Experimental La María Km, 7 vía al Empalme, Los Ríos Ecuador, Doctórate en la Universidad Americana de Europa México- Cancún

<sup>4</sup> Universidad Agraria del Ecuador, ALICO S.A

**Palabras clave:** cacao, Microorganismos, fermentación, aroma.

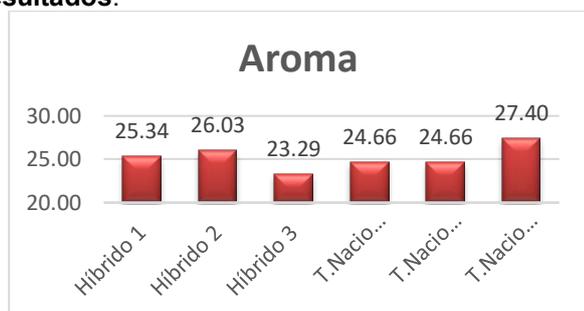
**Introducción.** : La domesticación del cacao (*Theobroma cacao* L.), es un cultivo de consumo alimenticio y medicinal, fue realizado por los toltecas, aztecas y mayas hace unos 2000 años; sin embargo, investigaciones recientes indican que al menos una variedad de cacao tiene su origen en la Alta Amazonía, hace 5000 años (Cruz & Pereira, 2009).

La pepa de oro, es un árbol de interés económico, con fines agroalimentarios, en cuanto a la utilización, ha sido empleado en numerosas culturas a lo largo de la época Ancestral (Tornés, 2013). Aunque todavía se encuentra en forma silvestre, en tiempos inmemoriales, fue cultivado en Centroamérica y Sudamérica y actualmente mundial. Su nombre *Theobroma cacao* L. Proviene del griego, *theo* Dios, y *broma*, alimento, es decir, alimento de los Dioses (Attolini, 2011).

**Metodología.** La investigación se realizó en el laboratorio de bromatológico localizado en la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, de la finca experimental “La María”, ubicada en el Km 7 1/2 vía Quevedo - El Empalme.

Se aplicó un diseño completamente al azar con seis tratamientos conformado por los tres primeros Híbridos de cacao y los 3 últimos Cacao Nacional (EET-103) con cuatro repeticiones un total de 24 objetos donde se evaluó el efecto de la adición de *Rhizobium japonicum* en diferentes proporciones estudiadas (0, 3, 5%). Para comprobar diferencias entre medias de tratamientos, se emplea la prueba de rangos múltiples de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

### Resultados.



**Figura 1.** Perfiles de Aroma determinados por un equipo de catadores semientrenados.

**Tabla 1.** Análisis de Prueba de corte de las almendras fermentados. La Represa. UTEQ 2021.

Varietal	T.	Fermentados	Violeta	Pizarro	Catalogación de cacao
	1	65,75abc	33,00abc	1,25a	C.S.C
Híbridos	2	62,75bc	35,00 bc	2,25a	C.S.C
	3	66,00abc	33,50abc	0,50a	C.S.C
	4	54,75c	44,75c	0,50a	A.S.E
Testigos (Nacional)	5	77,75a	21,75a	0,50a	A.S.S.S
	6	68,50ab	30,59ab	1,00a	A.S.S
Promedio		65,92	33,10	1,00	
CV		8,67	17,44	83,33	

**Conclusiones:** En relación a los parámetros físicos químicos de la % de testa e I.S, se vio favorable el T2 y T5 con una inducción de 3% de *Rhizobium japonicum* dando unos buenos resultados; se observó una buena fermentación al 3% en el T5 con 77.75% seguido del tratamiento con aplicación del *Rhizobium japonicum* con 5%, que encontramos al T6 con 68.50% y T3 con 66.00% de buena fermentación logrando alcanzar los parámetros de aceptabilidad que rigen las normas INEN:176 que acepta un mínimo de 65% en CCN-51.

Se determina que T6 (Nacional con inducción de *Rhizobium japonicum* 5%) con 27.40% y T2 (Híbrido con inducción de *Rhizobium japonicum* 3%) con 26.03% son lo más aceptado en el aroma y presenta menor acidez, un adecuado amargor y destacando el aroma floral de cacao, acercándose a las características del cacao.

### Bibliografía.

- Attolini, A. (2011). Cuentas, dares y tomares dl cacao: delicia, convite, rito mesoamericano. Aspectos antropológicos. *Revista Digital Universitaria*, 12(4), 3–22. <http://www.revista.unam.mx/vol.12/num4/art38/art38.pdf>
- Cruz, E., & Pereira, I. (2009). Historias, Saberes y Sabores en torno al cacao (*Theobroma cacao* L.) en la subregión de Barlovento, Estado Miranda. *Sapiens*, 10(2), 97–120. <https://www.redalyc.org/pdf/410/41021266005.pdf>
- Tornés, J. (2013). Cacao, una aportación de México al mundo. *Revista Ciencia*, 66(3), 1–8. [https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/66\\_3/PDF/Cacao.pdf](https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/66_3/PDF/Cacao.pdf)

## INDUCCIÓN DE RIZOBACTERIAS EN DOS VARIEDADES DE CACAO NACIONAL Y TRINITARIO PARA LA DISMINUCIÓN DE CADMIO

Luis Vásquez Cortez<sup>1\*</sup>, Jaime Vera Chang<sup>2</sup>, Kerly Alvarado Vásquez<sup>1</sup>, Frank Intriago Flor<sup>1</sup>, Víctor Castro Triana<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Posgrados, Maestría en Agroindustria, Universidad Técnica de Manabí

<sup>2</sup> Facultad de la Industria y Producción. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Campus Experimental La María Km, 7 vía al Empalme, Los Ríos Ecuador, Doctórate en la Universidad Americana de Europa México- Cancún

<sup>3</sup> Universidad Agraria del Ecuador, ALICO S.A

**Palabras clave:** cacao, rizobacterias, fermentación, aroma.

**Introducción.** Las almendras de cacao y pasta de cacao ecuatoriana empleada en la elaboración de chocolate, debe cumplir con el reglamento 2021/1323, que hace referencia a niveles permisibles de cadmio, para su comercialización en la Unión Europea.

El objetivo principal de la investigación fue evaluar el efecto de la aplicación de un biol de Rizobacterias, con el fin de conocer el efecto en la fermentación sobre la reducción de contenido de cadmio en las almendras de cacao. De igual manera, se analizó ciertos aspectos sensoriales, con la inducción del microorganismo.

**Metodología.** Una vez cosechado se inoculó diferentes concentraciones 3% y 5%. Al finalizar el proceso fermentativo, se realizó el secado de las almendras al sol durante 6 días y prueba de cadmio.

**Resultados cadmio.** La aplicación del microorganismo permitió disminuir el contenido de cadmio de 36 hasta 29 mg/kg (ppm), estando dentro de los parámetros admitidos de la Unión Europea.

**Tabla1.** Valores correspondientes al análisis de Cadmio en pasta de cacao.

Variedades	Rhizobacterias	mg/ kg
Nacional	0%	0.36
	3%	0.34
	5%	0.35
Trinitario	0%	0.36
	3%	0.30
	5%	0.29

**Resultados para la variable sensorial.** Se puede indicar que, los resultados no demuestran diferencias estadísticas ( $P < 0.05$ ), excepto para las variables otros e intensidad, que demostraron cambios en su comportamiento.

**Tabla2.** Análisis sensorial aplicado a la pasta de cacao.

Variedades	Rhizobium Japonicum	Aroma	Amargor	Floral	Otros	Intensidad
Nacional	0%	3,80	4,30	2,7	0,1	3,2
	3%	3,60	3,50	1,8	1,6	2,8
	5%	3,70	4,20	2,6	0,8	3,6
Trinitario	0%	3,70	3,60	3,0	0,4	4,8
	3%	3,50	3,80	2,7	0,4	4,8
	5%	3,90	4,20	2,2	0,6	3,4
EEM		0,944	0,468	0,593	0,697	1,069
P<0.05		0,860	0,147	0,385	0,034	0,010

**Conclusiones.** La inclusión de los microorganismos contribuyó a la disminución del contenido de cadmio en las muestras de cacao.

Existe efectos no concluyentes de la variable inducción con *Rhizobium Japonicum* sobre las variables físico-químicas, sensoriales de la almendra de cacao fermentada, toda vez que, que no se presentan diferencias estadísticas significativas para todas las variables estudiadas.

### Bibliografía.

Mite F, Carrillo M, Durando W. Avances del monitoreo de presencia de cadmio en almendras de cacao, suelos y aguas de Ecuador. Xii Congr ecuatoriano la Cienc del suelo. 2010;17-9.

Cuadrado B, Rubio G, Santos W. Caracterización de cepas de Rhizobium y Bradyrhizobium (con habilidad de nodulación) seleccionados de los cultivos de frijol caupi (*Vigna unguiculata*) como potenciales bioinóculos. Rev Colomb Ciencias Químico - Farm. 2009;38(1):78-104.

Solórzano Chavez E, Amores Puyutaxi F, Jiménez Barragan J, Nicklin C, Barzola Miranda S. Comparación sensorial del cacao (*Theobroma cacao* L.) Nacional fino de aroma cultivado en diferentes zonas del Ecuador. Cienc y Tecnol. 2015;8(1):37-47.

Amorim Homem de Abreu Loureiro G, Reis de Araujo Q, René-Valle R, Andrade-Sodré G, Moreira de Souza SM. Influencia de factores agroambientales sobre la calidad del clon de cacao (*Theobroma cacao* L.) PH-16 en la región cacaotera de Bahia, Brasil. Ecosistemas y Recur Agropecu. 2017;4(12):579.

