



# MEMORIAS

del



1<sup>er</sup> Congreso nacional  
de biotecnología y  
ciencias alimentarias

Compiladores:

José de Jesús Balderas Cortés

Iram Mondaca Fernández

Eunice Guzmán Fierros

Roberto Rodríguez Ramírez

*Del 14 al 18 de Noviembre de 2011*

*Ciudad Obregón, Sonora.*



**ITSON**  
Educar para  
Trascender

Las “Memorias del Primer Congreso Nacional de Biotecnología y Ciencias Alimentarias” contiene los resúmenes y ponencias en extenso presentados durante el evento celebrado en el Instituto Tecnológico de Sonora del 14 al 18 de noviembre de 2011.

### **COMPILADORES**

Dr. José de Jesús Balderas Cortés  
Dr. Iram Mondaca Fernández  
M. C. Eunice Guzmán Fierros  
Dr. Roberto Rodríguez Ramírez



2011. Instituto Tecnológico de Sonora.  
5 de Febrero 818 Sur, colonia Centro.  
Ciudad Obregón, Sonora, México; 85000.  
Web: [www.itson.mx](http://www.itson.mx)  
Teléfono: (644) 410-90-00

Se prohíbe la reproducción total o parcial de la presente obra, así como su comunicación pública, divulgación o transmisión, mediante cualquier sistema o método, electrónico o mecánico (incluyendo el fotocopiado, la grabación o cualquier sistema de recuperación y almacenamiento de información), sin consentimiento por escrito del Instituto Tecnológico de Sonora.

ISBN: 978-607-7846-78-9

Primera edición 2011  
Impreso en México



## **DIRECTORIO INSTITUTO TECNOLÓGICO DE SONORA**

**Mtro. Gonzalo Rodríguez Villanueva**  
RECTOR DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE SONORA

**Dr. Marco Antonio Gutiérrez Coronado**  
VICERRECTORÍA ACADÉMICA

**Dr. Luciano Castro Espinoza**  
DIRECCIÓN ACADÉMICA DE RECURSOS NATURALES

**Dr. José de Jesús Balderas Cortés**  
DEPARTAMENTO DE BIOTECNOLOGÍA Y CIENCIAS ALIMENTARIAS

## **COMITÉ ORGANIZADOR**

### **COORDINADOR GENERAL**

Dr. José de Jesús Balderas Cortés

### **COMITÉ CIENTÍFICO**

Dr. Iram Mondaca Fernández

### **COMITÉ DE LOGÍSTICA**

Dr. Roberto Rodríguez Ramírez

### **COMITÉ DE CONFERENCIAS**

Dr. Saúl Ruíz Cruz

### **COMITÉ DE REGISTRO E INSCRIPCIÓN**

Dr. José de Jesús Balderas Cortés

### **COMITÉ DE TALLERES**

Dra. María Isabel Estrada Alvarado

### **COMITÉ DE PUBLICIDAD Y PATROCINIOS**

Dra. Olga Tavares Sánchez

### **COMITÉ DE EVENTOS**

M.D.I.E. Rosario Alicia Gálvez Chan

### **COMITÉ DE CEREMONIA**

M.C. Ana María Rentería Mexía

### **COMITÉ DE TESORERÍA**

Ing. María Fernanda Martínez López

### **COMITÉ DE TRÁMITES**

Dra. Lourdes Mariana Díaz Tenorio

### **COMITÉ DE CARTELES**

M.I. Anacleto Félix Fuentes

### **COMITÉ EDITORIAL**

Dr. Iram Mondaca Fernández

M.C. Eunice Guzmán Fierros

---

## ÍNDICE

---

	<i>Página</i>
<b>BIENVENIDA</b>	10
<b>PROGRAMA DE ACTIVIDADES</b>	11
<b>EJES TEMÁTICOS</b>	
<b>BIOTECNOLOGÍA</b>	
<b>Extensos</b>	
<b>Optimización de ensayo cometa en <i>Artemia franciscana</i></b>	14
Balderas Cortés, J.J., Meza Montenegro, M.M., Maldonado Escalante, J. F., Cantú Soto, E.U., Félix Fuentes, A., Mondaca Fernández I., Rodríguez Ramírez, R.	
<b>Micropropagación de la planta cactus navidad (<i>Schlumbergera truncata</i>)</b>	20
L. Tineo García, R.E Ayala Soto, <u>R.E. Romero Quijada</u> , R.A. Gálvez Chan, L.M. Díaz Tenorio	
<b>Avances en la aplicación de pretratamientos enzimáticos en zanahoria para la extracción de <math>\beta</math>-caroteno</b>	27
Arvayo Enríquez Héctor, Mondaca Fernández Iram, López Cervantes Jaime, Sánchez Machado Dalia Isabel, Gortares Moroyoqui Pablo, Navarrete Bolaños José Luis	
<b>Resúmenes</b>	
<b>Cuantificación de astaxantina total en aceite pigmentado de camarón por HPLC</b>	34
<u>José Alberto Núñez-Gastélum</u> , Dalia Isabel Sánchez-Machado, Jaime López-Cervantes	
<b>Genotipificación del Virus del Síndrome de la Mancha Blanca de crustáceos silvestres y de cultivo de Sonora, México</b>	35
J. Reyes González-Galaviz, J. Cuauhtémoc Ibarra-Gámez, Libia Z. Rodríguez-Anaya, Cecilia Luna-Badillo, Zinnia J. Molina-Garza, Lucio Galaviz-Silva	
<b>Caracterización genómica del Virus del Síndrome de la Mancha Blanca aislado de cultivos de camarón (<i>Litopenaeus vannamei</i>) ciclos (2010- 2011) de Sonora, México</b>	36
<u>Yesenia Jazmín Cruz Acosta</u> , Cuauhtémoc Ibarra-Gámez, Cecilia Luna-Badillo, José Reyes González Galaviz	
<b>Variaciones del ORF94 del Virus del Síndrome de la Mancha Blanca en aislados de <i>Litopenaeus vannamei</i> de cultivos de Sonora, México</b>	37
<u>Libia Z. Rodríguez-Anaya</u> , J. Reyes González-Galaviz, Cecilia G. Luna-Badillo, Ramón Casillas-Hernández, Fernando Lares-Villa, J. Cuauhtémoc Ibarra-Gámez	
<b>Efecto del virus del Síndrome de la Mancha Blanca en el camarón blanco, <i>Litopenaeus vannamei</i> (Boone, 1931), a diferentes condiciones experimentales de temperatura, salinidad y densidad de microorganismos</b>	38
<u>A. R. Ochoa Meza</u> , M. L. Unzueta Bustamante, R. Castro Longoria, L. F. Ortiz Ibarra, J. M. Grijalva Chon	
<b>Respuestas embriogénicas <i>in vitro</i> en dos cultivares de <i>Cucurbita ssp.</i></b>	39

José Luis Rodríguez- De La O, Elizabeth Ponce Arrollo, Clemente Villanueva Verduzco

<b>Establecimiento aséptico de la planta stevia (<i>Stevia rebaudiana</i>)</b>	40
Lorena Tineo García, Miriam E. Barreras Cárdenas, Yazmín A. Chirón Ruelas	
<b>Regeneración y transformación genética de plantas de tomate cv. Micro-Tom a partir de explantes foliares</b>	41
Abraham Cruz-Mendivil, Javier Rivera-López, Lourdes J. Germán-Báez, Melina López-Meyer, José A. López-Valenzuela, Cuauhtémoc Reyes-Moreno, Angel Valdez-Ortiz	
<b>Propiedades antioxidantes en extractos de residuos de aguacate</b>	42
P.L. <u>Chávez-Álvarez</u> , S. Ruíz-Cruz, J.J. Órnelas-Paz, N.P. Silva-Beltrán, L.E. Gassós-Ortega, O.L. Tavares-Sánchez	
<b>Extracción con solventes e identificación de licopeno</b>	43
Karla P. <u>Valenzuela-Sánchez</u> , Ana A. Escárcega-Galaz, Dalia I. Sánchez-Machado, Jaime López-Cervantes	
<b>Remoción del colorante metil violeta mediante electrocoagulación utilizando electrodos de aluminio en un sistema por lote</b>	44
García Gómez C., Gortáres Moroyoqui P. y Chicuate Espinoza K.	
<b>Evaluación del contenido de fenoles totales y actividad antioxidante en extractos de residuos de planta de tomate</b>	45
Norma Patricia Silva Beltrán, Saúl Ruiz Cruz, Luis Alberto Cira Chávez, María Isabel Estrada, Pablo Gortáres Moroyoqui	
<b>Proceso desnitrificante con p-cresol y sulfuro a diferentes concentraciones de salinidad</b>	46
Meza-Escalante <u>Edna R.</u> , Dévora-Isiordia Gérman E., Estrada-Alvarado María I., Cervantes-Carrillo Francisco J.	
<b>Fuentes de utilización de agua de coníferas expuestas a la sequía utilizando isótopos estables de agua</b>	47
Margarita Guerra Lugo, Mariana Sánchez Benítez, Francisco J. Carrete Nevárez, Tonantzin Tarin, Enrico A. Yépez	
<b>Condiciones óptimas de fermentación de sorgo dulce <i>Sorghum bicolor</i> cultivado durante el ciclo 2010 en el Valle del Yaqui, Sonora, para la producción de bioetanol</b>	48
S. R. <u>Maldonado B.</u> , I. Mondaca F., R. Holguín S., L. A. Cira Ch., M. I. Estrada A., P. Gortares M., J. J. Balderas C., I. Ruiz H.	
<b>Obtención de azúcares a partir de paja de trigo (<i>Triticum spp</i>) cultivado en el Valle del Yaqui, Sonora, para la producción de bioetanol</b>	49
J.C. <u>Avila-García</u> , I. Mondaca-Fernández, A. Félix-Fuentes, M.M. Meza-Montenegro, J.J. Balderas-Cortés, E.U. Cantú-Soto	
<b>Comparación de métodos para la determinación del grado de deacetilación de quitosano</b>	50
Ma. <u>Araceli Correa-Murrieta</u> , J. Rubén Rodríguez-Núñez, Reyna G. Sánchez-Duarte, Jaime López-Cervantes, Dalia I. Sánchez-Machado	
<b>Disminución de cenizas y mejoramiento nutricional de paja de trigo tratada con <i>Pleurotus ostreatus</i></b>	51
A.V. <u>Martínez-Ayala</u> , P. Gortares-Moroyoqui, M.I. Estrada-Alvarado	
<b>Establecimiento de un sistema para la producción de líneas celulares recombinantes de tabaco cultivadas en medio líquido</b>	52

David U. Santos-Ballardo, Sergio A. Cervantes-Pérez, Lourdes J. Germán-Báez, Abraham Cruz-Mendívil, Josefina Castillo-Reyna y Angel Valdez-Ortiz

## CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

### Extensos

**Validación del método de la NOM-021-ZOO-1995 para la determinación de lindano en camarón por cromatografía de gases** 55

Y.M. Sarmiento Padilla, B. L. Reyes Blanco, A.R. Muñoz Antillo, R. Holguín Soto

**Evaluación bromatológica y microbiológica de un embutido tipo salchicha de especies marinas de rezaga comercial** 65

A Félix-Fuentes, AF Chávez-Almanza, AM Rentería-Mexía, R Holguín-Soto, MG Aguilar-Apodaca, N Madrigal-Valdez, P Solís-Bueno, I Campos-González

**Producción y caracterización sensorial de un embutido tipo salchicha de especies marinas de rezaga comercial** 70

AM Rentería-Mexía, R Holguín-Soto, IE Santos Coy-Castro, RE Esquer-Martínez, GI Rivas-Sillas, GL Alvarado-Durán, CM López-Ortega

**Influencia de la temperatura y el oxígeno en la degradación de carotenos en residuos de zanahoria seca y molida, en condiciones de almacenamiento** 75

H. A. García-Mendívil, I. Mondaca-Fernandez, M. M. Meza Montenegro, A. Félix Fuentes, J. J. Balderas Cortés, J. L. Navarrete Bolaños

### Resúmenes

**Calidad microbiológica y fisicoquímica de una bebida funcional a base de lactosuero de quesería** 80

M. Aurora Orduño-Almeida, Jorge L. Zavala-Corrales, Manuel A. Leal-Martínez, y Saul Ruiz-Cruz

**Estandarización de técnicas de extracción para detección de patógenos virales en camarón** 81

Diva January Aldama-Cano, Alba Rocío Ochoa-Meza, Cuauhtemoc Ibarra-Gámez

**Identificación de *Streptococcus spp.* en camarón blanco *Litopenaeus vannamei* de granjas del Sur de Sonora, México** 82

Ricardo Sánchez Díaz, Martha Elena Quiróz Macías, Cuauhtémoc Ibarra Gámez, Lucio Galavíz Silva

**Caracterización físico-química y sensorial de tortilla de maíz adicionada con harina de nopal** 83

Oscar G. Alcantar Félix, Olga N. Campas Baypoli, Dalia I. Sánchez Machado, Jaime López Cervantes

**Elaboración de bebida a base de garbanzo** 84

Daniel Villanueva, Francisco Hernández y Claudia Gutiérrez

<b>Activación de la síntesis de ácidos biliares por la quinasa p38. Se requiere fosforilación del factor nuclear hepatocítico 4<math>\alpha</math> por la quinasa p38 para expresión de 7<math>\alpha</math> hidroxilasa</b>	85
<u>Olga L. Tavares-Sánchez</u> , Zhumei Xu, Josephine Fernando, Carmen M. Rodríguez, Gregorio Gil	
<b>Efecto del tiempo de secado químico en la textura y color de la medusa bala de cañón (<i>Stomolophus meleagris</i>)</b>	86
<u>Lourdes M. Díaz-Tenorio</u> , Jesús M. Álvarez-Gutiérrez, Juan C. Gil-Núñez, Juan C. Ramírez-Suárez, Juan F. Hernández-Chávez, Lorena Tineo-García	
<b>Desarrollo, valor nutricional y características funcionales de barritas elaboradas con moringa y nopal, endulzadas con stevia, rellenas con piña natural</b>	87
Arely Soberanes Ahumada, Ileana I. López Rubio, Iván J. Félix Gutiérrez, <u>Julissa G. Vega Pérez</u>	
<b>Elaboración de malteada a base de hortalizas utilizando betabel y zanahoria</b>	88
<u>Claudia E. Casillas Torres</u> , Ismael Córdova Morales, Germán Castelo Gutiérrez, Mario A. Cedillo Arenas, Saúl Ruiz Cruz	
<b>Elaboración de un panqué integral adicionado con chía</b>	89
Asami Flores, Carla Valenzuela, <u>Jaime León</u>	
<b>Permeabilidad al vapor de agua de películas de quitosano–aloe con aceite de té de árbol incorporado</b>	90
<u>Flores Roldán Martha María</u> , López Mata Marco Antonio, Ruiz Cruz Saúl, Ornelas Paz José de Jesús, Cira Chávez Luis Alberto, Estrada Alvarado María Isabel	
<b>Solubilidad y transparencia de películas de quitosano con aceite de canela incorporado</b>	91
<u>López-Mata Marco Antonio</u> , Flores-Roldán Martha María, Ruiz-Cruz Saúl, Ornelas-Paz José de Jesús, Cira-Chávez Luis Alberto, Estrada-Alvarado María Isabel	

## ÁREAS EMERGENTES

### Extensos

<b>Evaluación de la calidad del agua de los sistemas de purificación utilizados en una institución educativa de nivel superior con base a la normatividad mexicana</b>	94
R. Rodríguez-Ramírez, G.T. Núñez-Castanedo, R.D. Aragón-López, I. Mondaca- Fernández, J.J. Balderas-Cortés, E.Guzmán-Fierros	
<b>Calidad sanitaria del agua potable de la comunidad indígena de Pótam, Sonora</b>	101
Anacleto Félix Fuentes, Ma. Mercedes Meza Montenegro, <u>José Leal Almanza</u> , Ernesto U. Cantú Soto, Andrés F. Chávez Almanza, José de Jesús Balderas Cortés, Iram Mondaca Fernández	
<b>Calidad bacteriológica de agua para consumo humano de tres comunidades indígenas del Sur de Sonora</b>	109
Félix Fuentes, A., Meza Montenegro, M.M., Cantú Soto, E.U., <u>Chávez Almanza A.F.</u> , Balderas Cortés, Leal Almanza, J., Ruíz Pérez, M., Tapia Rodríguez, M.R., Solórzano Meza, J.L.	
<b>Determinación de niveles de ácido úrico y precursores en fluidos corporales utilizando electroforesis capilar</b>	115

Macario Enrique Valenzuela, Mariana Díaz Tenorio, Ramón Molina Barrios, Raymundo Cedillo Cobián, Juan Francisco Hernández Chávez

**Efecto analgésico del extracto de clavo de olor (*Syzygium aromaticum*)** 120  
R. Gálvez-Chan, G. Silva-Encinas, F. Ríos-Moiza, J. Becerril-Sitten

**La importancia de cursar la materia de Cultivo de Tejidos Vegetales para el estudiante egresado de la carrera de Ingeniero Biotecnólogo del Instituto Tecnológico de Sonora** 127  
Lorena Tineo García, Catalina Mungarro Ibarra, José de Jesús Balderas Cortés

**Plan de mercadotecnia para una empresa productora de fertilizantes orgánicos** 135  
R. D. Aragón López; R. I. Velasco Cepeda; M. G. Gil Palomares; C. A. Jacobo Hernández.

### Resúmenes

**Identificación de un nuevo transportador de riboflavina en *Rhizobium leguminosarum* o de cómo la ciencia básica puede derivar en ciencia aplicada** 143  
Víctor Antonio García Angulo, Hernán Bonomi, Diana Posadas, Ángeles Zorreguieta, Fernando Alberto Goldbaum

**Optimización y estandarización de un método basado en dispersión de matriz en fase sólida para el análisis de plaguicidas organoclorados (POCs) en leche materna** 144  
Ayala-Mora, R., Meza-Montenegro, M.M., Valenzuela-Quintanar, A.I., Balderas Cortés, J.J., Cantú-Soto, E.U., Grajeda-Cota, P., Félix Fuentes A., Mondaca-Fernández, I.

**ÍNDICE DE AUTORES** 145

---

## BIENVENIDA

El Instituto Tecnológico de Sonora, a través del Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias, se complace en organizar el **Primer Congreso Nacional de Biotecnología y Ciencias Alimentarias**, a celebrarse en Ciudad Obregón, Sonora, del 14 al 18 de Noviembre de 2011, en el cual nos honran con su presencia conferencistas y asistentes quienes nos ayudan a crear un espacio de divulgación científica y de debate.

El congreso tiene tres áreas temáticas principales: Biotecnología, Ciencia y Tecnología de Alimentos y Áreas Emergentes. El área de *Biotecnología* se subdivide en acuícola, agropecuaria, alimentaria, ambiental, bioenergía e industrial. El *Área de Ciencia y Tecnología de Alimentos* se subdivide en inocuidad alimentaria, nutrición y procesos de alimentos. Por último, las *Áreas Emergentes* se subdividen en agronegocios y salud y sociedad. Con estas temáticas se pretende abarcar la problemática y estado actual de la investigación en nuestro país, fomentando el intercambio y divulgación del conocimiento generado.

El comité organizador ha puesto un gran esfuerzo para que las actividades a desarrollarse estén a la altura del prestigio, tanto del Instituto mismo, como de sus invitados conferencistas y asistentes, por lo que esperamos que sean de su agrado.

Reciban un afectuoso saludo.

COMITÉ ORGANIZADOR

## PROGRAMA DE ACTIVIDADES

Programa Primer Congreso Nacional de Biotecnología y Ciencias Alimentarias del Instituto Tecnológico de Sonora					
		Salas 1, 2, 3 y 4 del edificio		de tutorías, Unidad Nainari	Salas 1, 2, 3 del CEEN
Horario	Lunes 14	Martes 15	Miércoles 16	Jueves 17	Viernes 18
8:00 - 18:00			Registro		
8:30 - 9:00			Inauguración		
9:00 - 10:00		Registro y entrega de material	<a href="#">Dr. Álvaro Díaz Badillo</a>	<a href="#">Dra. Gloria Yepiz Plasencia</a>	<b>Panel OGM</b>
10:00 - 11:00		<a href="#">Talleres</a>	<a href="#">Dr. Wilfrido Torres</a>	<a href="#">Dr. Cristóbal Noé Aguilar González</a>	<a href="#">Dr. Jaime E. Padilla</a>
11:00 - 11:30		Coffee Break			
11:30 - 12:30	<a href="#">Talleres</a>	Registro y entrega de material	Exposiciones orales y carteles	Exposiciones orales y carteles	<a href="#">Dr. Rafael Del Río Salas</a>
12:30 - 13:30					<a href="#">Dra. Martha Patricia Hernández Cortés</a>
13:30 - 15:30		Comida libre			Ceremonia de Clausura
15:30 - 16:30		Registro y entrega de material	Exposición de carteles	Exposición de carteles	
16:30 - 17:30		<a href="#">Talleres</a>	<a href="#">Dr. José de Jesús Ornelas Paz</a>	<a href="#">Dr. Cristóbal Chaidez Quiroz</a>	
17:30 - 18:30			<a href="#">Dr. Javier Magaña Gómez</a>	<a href="#">Dra. Nohelia Castro del Campo</a>	
19:00			Evento rompe hielo	Evento cultural	

# *BIOTECNOLOGÍA*

# *Extensos*

## Optimización de ensayo cometa en *Artemia franciscana*

Balderas Cortés, J.J., Meza Montenegro, M.M., Maldonado Escalante, J. F., Cantú Soto, E.U., Félix Fuentes, A., Mondaca Fernández I., Rodríguez Ramírez, R.

Instituto Tecnológico de Sonora, 5 de febrero 818 sur, col. Centro, Cd. Obregón, Sonora, México. Tel. (644) 4109000 ext.1746, Email de correspondencia: jose.balderas@itson.edu.mx

### Resumen

El objetivo de este trabajo fue establecer un biomarcador de efecto mediante la estandarización de una técnica molecular que permita determinar el daño genotóxico en *Artemia franciscana*. Este estudio fue realizado de enero a agosto del 2011. Se cultivó y cosechó *A. franciscana* una vez que esta se encontraba en etapa adulta; se obtuvieron células individuales de este organismo mediante un proceso de maceración mecánica hasta lograr una concentración mayor de 40,000 cel/ml, la cual se estableció utilizando una cámara de Neubauer. La viabilidad celular se determinó por la técnica de exclusión del tinte azul de tripano. El ensayo cometa para la evaluación del daño genotóxico fue conducido bajo condiciones alcalinas de acuerdo a Singh *et al.*, 1988, donde se evaluó el efecto en conjunto de la concentración de la solución de lisis (Triton X-100, al 0.5 , 1 y 1.5%), tiempo de desenrollamiento en un medio con un pH <13 (10 y 20 min.) y tiempo de corrida de electroforesis (10 y 20 minutos), en un total de 12 combinaciones en las condiciones de corrida. La concentración celular obtenida durante las repeticiones se mantuvo arriba de 40,000 cel/ml y la viabilidad por encima del 90%. De las 12 condiciones de corrida evaluadas se estableció que la concentración de Triton al 1% y 10 minutos de electroforesis son las ideales para visualizar el cometa en las micrografías siendo indiferente 10 o 20 minutos de desenrollamiento. Se demostró que la técnica de ensayo cometa es factible de aplicar en *A. franciscana*.

Palabras clave: *ensayo cometa, Artemia franciscana, toxicología.*

### Introducción

El biomarcador de respuesta o efecto es indicativo de cambios bioquímicos en un organismo como resultado de la exposición a xenobióticos. El ensayo cometa o electroforesis de una sola célula (SCGE) es un método rápido, sensitivo y relativamente simple, capaz de detectar el daño al DNA al nivel de una célula individual. La evaluación del daño genotóxico por medio de este biomarcador de efecto indica la exposición reciente a un compuesto tóxico pero también indica el estado temprano donde ese daño aun puede ser reparado (Maluf y Erdtmann, 2001), lo que brinda la oportunidad de implementar estrategias de intervención oportunas.

Es una técnica no invasiva comparada con otras metodologías que requieren grandes cantidades de muestra. Además que es una técnica rápida, de bajo costo y altamente sensitiva. Esta técnica ha sido implementada en una gran cantidad de organismos terrestres y acuáticos, los cuales sirven como indicadores de exposición a compuestos genotóxicos y al estrés ambiental (Lee y Steinert, 2003).). *Artemia franciscana* es un pequeño anostrácodo que habita en los cuerpos de agua hipersalinos del sur del estado de Sonora, México (Balderas-Cortés, *et al* 2009), además puede formar parte del zooplancton por lo que es iniciadora de cadena trófica (Persoone y Sorgeloos, 1980). Por lo anterior el objetivo del trabajo fue establecer un biomarcador de efecto mediante la estandarización de una técnica molecular que permita determinar el daño genotóxico en *Artemia franciscana*.

## Metodología

El periodo del estudio fue de enero a agosto del 2011. Para la obtención de *A. franciscana* se sembró 0.5 g de quiste en un eclosionador con volumen de 2 L en aireación constante y el agua a concentración salina de 5 g/L durante dos días para asegurar eclosión; después de este tiempo se hizo un recambio de agua para llegar a una concentración de 30 g/L, se alimentó hasta saciedad a la *Artemia* con alga espirulina durante dos horas, una vez que llegaba a etapa adulta se cosechaba mediante filtración y se recolectaba para proceder a macerar mecánicamente los individuos, utilizando un vial cónico con capacidad de 1.5 mL y un pistilo de plástico, hasta lograr la obtención de células individuales a una concentración mayor de 40,000 cel/mL, la cual se estableció utilizando una cámara de Neubauer. La viabilidad celular se determinó por la técnica de exclusión del tinte azul de tripano (Jasso-Pineda, *et al.* 2007). Para la evaluación del daño genotóxico se utilizó la técnica de Ensayo Cometa de acuerdo al método descrito por Singh *et al.* (1988). La técnica consistió en realizar electroforesis en gel de células individuales. Las células

individuales obtenidas de la maceración de *A. franciscana* se mezclaron con agarosa de bajo punto de fusión al 0.5% sobre una capa base de agarosa regular al 0.5%, seguido de una última capa de agarosa de bajo punto de fusión para así formar el *sandwich*. Se realizó lisis celular en jarras Coplin por un mínimo de 1 hr., a 4° C en

una solución 10mM Tris-HCl, 2.5 M NaCl y 0.1 M Na<sub>2</sub>EDTA, pH 10, antes de usarse se le adicionó 10% de DMSO (Dimetil sulfóxido) y 0.5, 1 y 1.5% de Tritón X100. Las laminillas se colocaron en cámara de electroforesis (obscura) y se adicionó una solución amortiguadora alcalina (300 mM NaOH y 1 mM Na<sub>2</sub>EDTA, pH>13) por 10 y 20 min. La electroforesis se llevó a cabo con el mismo buffer alcalino (pH>13) por 10 y 20 min, 25 V y 300 MA. La corrida se realizó bajo luz amarilla indirecta. Después de la electroforesis, las películas se enjuagaron suavemente por duplicado con 0.4 M Tris-HCl buffer (pH 7.5) y con 5 minutos de reposo entre cada enjuague; posteriormente, con etanol absoluto por duplicado con tiempos de reposo de 5 minutos. Las muestras fueron teñidas con bromuro de etidio (20 uL de una solución de 20 µg/mL) y se les colocó un cubreobjetos. La visualización de los cometas y captura de imágenes se llevó a cabo utilizando un microscopio de epifluorescencia Nikon 50i equipado con lámpara de mercurio, cámara Nikon DS-Fi1 y el software NIS Elements. Evaluando un total de 12 combinaciones en las condiciones de corrida.

**Tabla1.** Niveles de los diferentes factores que se evaluaron

<b>Solución de lisis: Concentración de Tritón (en porcentaje v/v)</b>	<b>Tiempo de desenrollamiento (minutos)</b>	<b>Tiempo de corrida de electroforesis (minutos)</b>
<b>0.5</b>	10	10
<b>1</b>	20	20
<b>1.5</b>	--	--

## Resultados

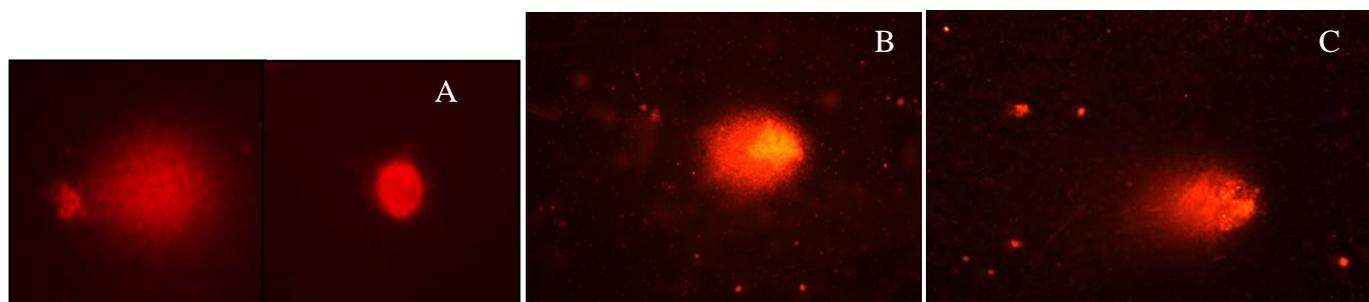
La concentración celular obtenida durante las repeticiones se mantuvo arriba de 40,000 cel/ml y la viabilidad por encima del 90% lo que nos permite garantizar la

integridad del material genético antes del proceso. Como se puede observar en la tabla 2 de las 12 condiciones de corrida evaluadas se estableció que la concentración de Triton al 1% y 10 minutos de electroforesis son las ideales para visualizar el cometa en las micrografías siendo indiferente 10 o 20 minutos de

desarrollamiento, igualmente en la fig. 1 se logra establecer que la calidad de las micrografías obtenidas comparadas con las obtenidas por Cantú-Soto (2011) son aceptables.

**Tabla2.** Cantidad de Imágenes obtenidas y condiciones de corrida.

Número de corrida	Conc. Tritón en %	Minutos de desenrollamiento	Minutos de electroforesis	Conteo celular en cel/mL	Viabilidad Celular en %	No. de Imágenes del núcleo.
1	0.5	10	10	40800	92	0
2	0.5	10	20	40200	92	0
3	0.5	20	10	43000	91	0
4	0.5	20	20	41300	93	0
5	1	10	10	42100	93	33
6	1	10	20	43600	92	0
7	1	20	10	43500	92	31
8	1	20	20	41300	92	0
9	1.5	10	10	41400	91	0
10	1.5	10	20	44100	90	0
11	1.5	20	10	49600	91	0
12	1.5	20	20	40700	93	0



**Figura 1.** Micrografías de cometas: A) Cometas típicos de linfocitos en humanos reportados por Cantú-Soto (2011), B) Cometa corrida 5 y C) Cometa corrida 7.

## Conclusiones

La técnica de ensayo cometa es factible de aplicar en *A. franciscana*, en futuros estudios será importante establecer si este organismo puede ser utilizado como un bioindicador de contaminación por xenobióticos en las bahías del Sur de Sonora.

## Agradecimientos

Los autores expresan su agradecimiento al Programa de Fortalecimiento a la Investigación (PROFAPI) del Instituto Tecnológico de Sonora por su apoyo al financiamiento folio 2010-0466 para la realización de este proyecto.

## Bibliografía

Balderas-Cortés, J., Lares-Villa, F., Sandoval-Trujillo, H., Gassos-Ortega, L., Castro-Espinoza, L., Meza-Montenegro, M., Gortáez-Moroyoqui, P., Mondaca-Fernández, I. (2009). Caracterización del contenido de ácidos grasos en *Artemia franciscana* procedente de la bahía de Yavaros, Sonora, México, alimentada con dietas inertes. Rev. Lat. de Rec. Nat. Vol. 5: 1-8.

Cantú-Soto, E. (2011). Determinación de biomarcadores moleculares en niños crónicamente expuestos a plaguicidas organoclorados, en el sur de Sonora. Tesis Doctoral. ITSON. Cd. Obregón, Sonora.

Jasso-Pineda, Y., Espinoza-Reyes, G., González-Mille, D., Razo-Soto, I., Carrizales, L., Torres-Dosal, A., Mejía-Saavedra, j., Monroy, M., Ize, A.I., Yarto, M. and Diaz-

Barriga, F. (2007). An integrated health risk assessment approach to the study of mining sites contaminated with arsenic and lead. Integrated Environmental Assessment and Management. Vol 3: 344-350.

Lee, F., Steinert, S. (2003). Use of the single cell gel electrophoresis/comet assay for detecting DNA damage in aquatic (marine and freshwater) animals. Mutation Research. Vol. 544: 43-64.

Maluf, S., Erdtmann, B. (2001). Genomic instability in Down syndrome and Fanconi anemia assessed by micronucleus analysis and single-cell gel Electrophoresis. *Cancer Genetics and Cytogenetics*. Vol. 124: 71-75.

Singh, N., McCoy, M., Tice R. and Schneider, E. (1988). A simple technique for quantitation of low levels of DNA damage in individual cells. *Exp. Cell*. Vol 175: 184-191.

Persoone, G., Sorgeloos, P., (1980). General aspects of the ecology and biogeography of *Artemia*. The brine shrimp *Artemia*. Vol. 3 Ecology, Culturing, Use in Aquacultura. Universa Press, Wettere, Belgium. 450 p

## Micropropagación de la planta cactus navidad

(*Schlumbergera truncata*)

L. Tineo García<sup>1</sup>, R.E Ayala Soto, R.E. Romero Quijada, R.A. Gálvez Chan, L.M.  
Díaz Tenorio

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico de Sonora. Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias División de Recursos Naturales. Antonio Caso S/N, Fraccionamiento Villa Itson, Cd. Obregón, Sonora, México.

Email de correspondencia: [lorena.tineo@itson.edu.mx](mailto:lorena.tineo@itson.edu.mx)

### Abstract

The Christmas cactus (*Schlumbergera truncata*) is a plant native to the rainforests of Brazil, its cultivation and marketing has spread throughout the world, its main attraction being segmented stems bright green contrasting with the striking flowers that bloom during the winter. Cacti usually grow in arid climate, which is an advantage, since they are not found in Asia, Africa or Europe, except some species that man has introduced into these places and have been acclimatized. The aim of this study is to determine the effect of different concentrations of growth regulators, auxin (indole butyric acid) and cytokinin (6-benzyladenine) added to the culture medium for micropropagation. Leaves were used as explants, which were submitted to the next process of disinfection: soap solution (1 minute), alcohol 70% (30 seconds), 5% NaOCl 0.02% Tween 20 (15 minutes) and 5 rinses with water sterile distilled. In the laminar flow hood 1cm<sup>2</sup> explants were seeded in culture medium of Murashige & Skoog (1962), supplemented with different combinations of (AIB) from 0 to 0.75mg / L and (BA) from 0 to 1.2 mg / L, corresponding to the 9 study treatments, there were 5 replicates per treatment, completely randomized design. The cultures were subjected to a temperature of 25 ° C + / - 1 ° C with a photoperiod of 16 / 8 hours light. The study variables were contamination, oxidation, formation of callus, shoot and root formation, showing each week. This work shows that it is possible to achieve massive propagation of this species from leaf explant type and treatment (0.75 mg / L of IBA) achieving rooted shoots.

Keywords: *Schlumbergera truncata*, *phytoregulators*, *micropropagation*, *in vitro*.

### Resumen

El Cactus Navidad (*Schlumbergera truncata*) es una planta nativa de las selvas tropicales de Brasil, su cultivo y comercialización se ha extendido por todo el mundo, siendo su principal atractivo los tallos segmentados de color verde intenso que contrastan con las llamativas flores que brotan durante el invierno. Las cactáceas crecen generalmente en zonas áridas, lo cual es una ventaja comparativa, puesto que no se les encuentra en Asia, África ni Europa, salvo algunas especies que el hombre ha introducido a esos lugares y se han logrado aclimatar. El objetivo de este trabajo es determinar el efecto de diferentes concentraciones de reguladores de

crecimiento; auxina ácido indolbutírico (AIB) y citocinina 6-benciladenina (BA) adicionados al medio de cultivo para su micropropagación. Se utilizó como explante hojas, las cuales fueron sometidas al siguiente proceso de desinfección: solución jabonosa (1 minuto), alcohol al 70% (30 segundos), NaClO 5% más Tween 20 al 0.02% (15 minutos) y 5 enjuagues con agua destilada estéril. En la campana de flujo laminar se sembraron explantes de 1cm<sup>2</sup> en medio de cultivo de Murashige y Skoog (1962); adicionado con diferentes combinaciones de (AIB) de 0 a 0.75mg/L y (BA) de 0 a 1.2 mg/L; correspondientes a los 9 tratamientos de estudio, se realizaron 5 repeticiones por tratamiento, con diseño completamente al azar. Los cultivos se sometieron a una temperatura de 25°C +/- 1°C, con un fotoperiodo de 16/8 horas luz. Las variables de estudio fueron contaminación, oxidación, formación de callo, formación de brote y raíz, observándose cada semana. Este trabajo muestra que es posible lograr la multiplicación masiva de esta especie a partir de explantes tipo hoja y con el tratamiento 0.75 mg/L de AIB lográndose brotes enraizados.

Palabras clave: *Schlumbergera truncata*, fitorreguladores, micropropagación, in vitro.

## Introducción

Las plantas ornamentales distribuidas en todo el mundo mueven unos 35,000 millones de dólares por año, ya que es uno de los rubros más dinámicos de la economía mundial. En México existe un enorme potencial en esta área agronómica, que desafortunadamente no se ha aprovechado. Este potencial desaprovechado está dado desde la localización geográfica al estar situado entre Estados Unidos de América y el resto de Latinoamérica, la variedad de climas y suelos propicios para la actividad y el vasto capital intelectual existente. México ocupa el lugar 14° como exportador de plantas ornamentales siendo su principal destino Estados Unidos y Canadá (PECI, 2007).

*Schlumbergera truncata* es una especie botánica de plantas de la familia de las cactáceas, endémica de Brasil, es una especie común que se ha extendido por todo el mundo. Es una planta perenne carnosa, con hojas aplanadas y con las flores de diversos colores: blanco, rosa, rojo y púrpura. El interés científico por ellas ha aumentado; ya que son admiradas como motivos ornamentales exquisitos en los jardines. Una forma de propagar esta clase de plantas, es por medio de cultivo de tejidos vegetales, donde se puede obtener en mayor cantidad y calidad en comparación con las producidas por métodos tradicionales.

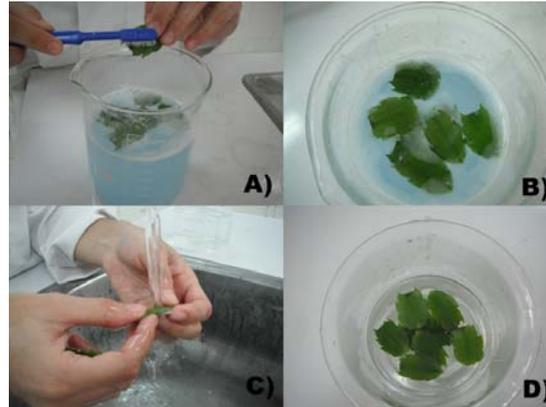
## Metodología

Este trabajo de investigación se realizó en el laboratorio de Cultivo de Células y Tejidos Vegetales que se encuentra en el edificio LV-700 de Biotecnología, del Instituto Tecnológico de Sonora, unidad Obregón, campus Náinari, Ciudad Obregón, Sonora, México; durante los meses de septiembre 2010 a abril de 2011. El material biológico utilizado fueron explantes tipo hoja, extraídos de la planta madre de *Schlumbergera truncata* (figura 1), La planta se seleccionó en función de sus características agronómicas.



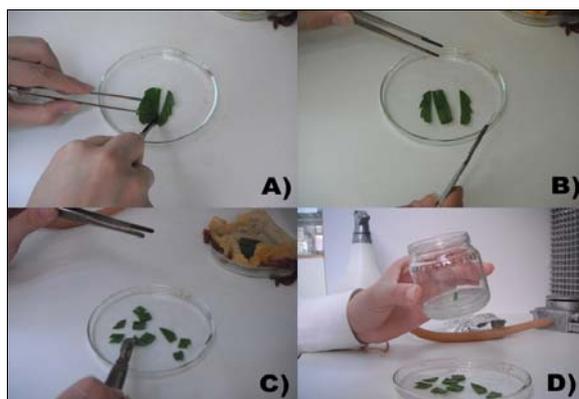
**Figura 1.** Planta madre de cactus navidad (*Schlumbergera truncata*) donadora de explantes.

Los explantes fueron sometidos al proceso de desinfección siguiente: primero se realizó un lavado con agua jabonosa durante 1 minuto, se enjuago con agua de grifo y después con agua destilada, una vez sin jabón se sumergió en alcohol al 70% por 30 segundos a través de gasas estériles, después los explantes se trataron en una solución de hipoclorito de sodio con 5% de cloro activo más 0.02% de Tween 20 por un tiempo de 15 minutos, por último se realizaron 5 enjuagues de agua estéril (figura 2).



**Figura 2.** Proceso de desinfección y siembra de de los explantes de la planta cactus navidad (*Schlumbergera truncata*). A y B) Lavado con agua jabonosa, C) Enjuague con agua de grifo y D) Enjuague con agua destilada.

En la campana de flujo laminar, después del proceso de desinfección se sembraron explantes de 1cm<sup>2</sup> (figura 3) en medio de cultivo de Murashige y Skoog (1962), adicionado con diferentes combinaciones de (AIB) de 0 a 0.75 mg/L y (BA) de 0 a 1.2 mg/L, correspondientes a los 9 tratamientos de estudio (cuadro 1), se realizaron 5 repeticiones, resultando un total de 45 unidades experimentales, las cuales fueron distribuídas completamente al azar en los estantes del cuarto de crecimiento a una temperatura de 25±2°C, un fotoperiodo de 16/8 horas luz y una intensidad lumínica de 3000 lux. Las variables observadas cada semana fueron: oxidación, contaminación, formación de callo, formación de raíz, los datos recabados se analizaron estadísticamente, según la prueba ANOVA con distribución completamente al azar con ayuda del programa Statgraphics Plus 5.1, con un nivel de significancia del 5%.



**Figura 3.** Corte de explantes en campana de flujo laminar (A, B y C) y siembra en medio Murashige y Skoog suplementado con diferentes combinaciones de fitorreguladores.

**Cuadro 1.** Tratamientos con BA y AIB adicionados al medio de cultivo Murashige y Skoog (1962).

TRATAMIENTO	CONCENTRACIÓN mg/L	
	BA	IBA
1	0.0	0.0
2	0.0	0.5
3	0.0	0.75
4	0.8	0.0
5	0.8	0.5
6	0.8	0.75
7	1.2	0.0
8	1.2	0.5
9	1.2	0.75



## Resultados y discusión

Durante todo el trabajo se obtuvo un 100% de asepsia ya que no se presentó contaminación alguna, sin embargo, se registró el 5% de oxidación durante todo el experimento, lográndose con ello un alto porcentaje de explantes vivos y con reactividad. Según el análisis estadístico realizado a los datos obtenidos de la variable número de brotes, no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos utilizados, con un 95.0% de nivel de confianza. Con el tratamiento T3 conteniendo 0.75 mg/L de ácido Indolbutírico (cuadro 1) se obtuvieron brotes enraizados a partir del explante hoja (figura 4). No hubo formación de callo en ninguno de los tratamientos aplicados, la respuesta expresada por los tejidos

cultivados *in vitro* está relacionada con los fenómenos fisiológicos vinculados con la toma del explante de la planta madre donadora, así como la concentración de varios reguladores del crecimiento (Ordoñez, 2003) y el efecto dependerá de la concentración conocida que se añada de forma exógena en el medio de cultivo, más la concentración endógena que la planta posee en sus células (Roca y Mroginski, 1991).



**Figura 4.** Brotación y enraizamiento del explante hoja de cactus navidad (*Schlumbergera truncata*) con el tratamiento T3 a los 2 meses de cultivo *in vitro*.

### Conclusión

El establecimiento aséptico del cactus navidad *Schlumbergera truncata* fue exitoso con la metodología de desinfección propuesta y con esto es posible lograr la propagación masiva de esta planta con el explante tipo hoja y con 0.75 mg/L de la auxina ácido indolbutírico, formándose brotes enraizados.

### Referencias

Murashige T. y Skoog, F. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture. *Physiol. Plant.* 15: 473-97.

Ordóñez, M. M. 2003. Propagación *in vitro* de *Mammillaria voburnensis* Scheer. (Cactaceae). Univ.de San Carlos de Guatemala, Facultad de CQ y F.

PECI. 2007. (Programa Estatal de Competitividad e Innovación). Capítulo 7a: El Sector Agronegocios: Plantas Ornamentales y Hacia una Industria Azucarera más Competitiva. Secretaria de Desarrollo Económico, Morelos, México. Consultado el 9-9-2011, en:



<http://www.grupored.com.mx/morelos/programaCompetitividad/MorelosCompetitivocapitulo7A.pdf>.

Roca W. M. y Mroginski L. A. 1991. Cultivo de tejidos en la agricultura: fundamentos y aplicaciones, Editorial CIAT.Vol.151. Colombia.

## Avances en la aplicación de pretratamientos enzimáticos en zanahoria para la extracción de $\beta$ -caroteno

Arvayo Enríquez Héctor<sup>1</sup>, Mondaca Fernández Iram<sup>1</sup>, López Cervantes Jaime<sup>1</sup>, Sanchez Machado Dalia Isabel<sup>1</sup>, Gortáres Moroyoqui Pablo<sup>1</sup>, Navarrete Bolaños José Luis<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias, Instituto Tecnológico de Sonora, 5 de Febrero 818 Sur, Colonia Centro, Ciudad Obregón, Son., 85000, Tel. 4100900, Ext. 2112, Email de correspondencia: [imondaca@itson.mx](mailto:imondaca@itson.mx). <sup>2</sup>Instituto Tecnológico de Celaya

### Introducción

Los carotenoides son compuestos lipídicos solubles presentes como microconstituyentes en la dieta humana, los cuales tienen efectos benéficos, incluyendo la protección contra el cáncer, enfermedades cardiovasculares, y enfermedades relacionadas con padecimientos en la degeneración ocular (Reboul *et al.*, 2006). Representan una de las clases más importantes de pigmentos en las plantas. Hoy en día, se conocen alrededor de 700 carotenos, los cuales están clasificados en carotenos (ejemplo;  $\alpha$ -caroteno,  $\beta$ -caroteno, licopeno) y xantofilas, las cuales representan la fracción oxigenada de los carotenos (ejemplo; luteína, zeaxantina,  $\beta$ -criptoxantina). De todos ellos, el  $\alpha$ -caroteno,  $\beta$ -caroteno y además  $\beta$ -criptoxantina son los carotenos que presentan mayor actividad como provitamina A (Granado *et al.*, 2001).

En los últimos años se ha venido incrementando la investigación en relación a la aplicación de tratamientos enzimáticos en matrices vegetales para la liberación y obtención de analitos de interés. Se ha demostrado que la aplicación de tratamientos enzimáticos en zanahoria y calabaza seca mejora el atractivo de los productos deshidratados. Usualmente, la desintegración de la estructura de la pared celular acelera las transformaciones metabólicas, permitiendo coloraciones indeseables y cambios de sabor, pero esto no se observa en matrices vegetales tratadas enzimáticamente (Konopacka, 2006).

El uso de mezclas enzimáticas generadas a partir de cultivos de microorganismos pueden llegar a reducir el tiempo de procesamiento en un ~95% comparado con

tratamientos donde son utilizadas enzimas comerciales (Navarrete *et al.*, 2004). Este proceso puede llegar a ser más eficiente si se logra utilizar las floras microbianas nativas o presentes en el material vegetal. Durante los procesos de extracción se presenta alrededor de 50% de pérdidas de carotenos, dependiendo de las condiciones de ensilaje, secado y extracción con solventes. Una alternativa en el proceso de extracción es la aplicación de tratamientos enzimáticos previos a la utilización de solventes (Barzana *et al.*, 2002).

Aplicando pretratamientos apropiados a la matriz vegetal es posible incrementar la permeabilidad en la pared celular, facilitando los mecanismos de difusión y el intercambio de masa entre las fases inmiscibles durante el proceso de lixiviación. Navarrete y colaboradores (2005) describen que existe una clara correlación entre la aplicación de pre tratamientos enzimáticos y en el rendimiento de extracción de carotenos.

En diversos experimentos se ha demostrado que la combinación de diferentes enzimas aplicados a sustratos complejos con frecuencia ha sido posible hidrolizarlos (Wang *et al.*, 2006). La utilización de enzimas crudas cuentan con ventajas en comparación a la utilización de enzimas comerciales debido a su costo-eficiencia, producción de la enzima y la reducción del tiempo de extracción (Navarrete *et al.*, 2005).

En el Valle del Yaqui se cultivan diversas hortalizas entre ellas la zanahoria, un vegetal de gran demanda por el mercado nacional e internacional gracias a su sabor dulce y por sus propiedades benéficas a la salud. La empresa Agrícola DUKE S.P.R. de R.L. presenta una pérdida poscosecha de 20 a 50 toneladas diarias por ciclo, el cual es de 150 días que se establece para el cultivo. Las características de estas zanahorias son, desde un punto nutricional, de similar composición de aquellas que son clasificadas durante el proceso de selección.

El objetivo de este trabajo es la evaluación de pretratamientos enzimáticos utilizando celulasas y pectinasas comerciales en la liberación de  $\beta$ -caroteno a partir de zanahorias de desecho.

### **Metodología**

Para este experimento se utilizó zanahoria fresca proveída por una empresa de producción agrícola del Sur de Sonora y puesta en refrigeración hasta su análisis. Las enzimas utilizadas fueron pectinasa de *Aspergillus niger* y Viscozyme (Sigma Aldrich).

Se tomaron 100 g de zanahoria fresca, se lavaron con agua destilada para posteriormente quitar los extremos (puntas) para luego pelarlas. Se produjeron rodajas de aproximadamente 1 mm de diámetro y se colocaron en baño maría a 95 °C por 2 minutos, transcurrido el tiempo se enjuagó con agua destilada a temperatura ambiente. Se pesaron 60 g y se mezclaron con 25 ml de acetato de sodio 0.2 M (pH 5), esta mezcla se licuó por 20 segundos. Para cada muestra se tomó 1 g de zanahoria. Dependiendo del tratamiento enzimático se le añadieron 20  $\mu$ L de enzima (pectinasa y Viscozyme).

Para los ensayos enzimáticos fueron evaluados factores como la temperatura, con 3 niveles, que van de los 20 a 60° C, tiempo, que va de los 20 a los 60 minutos y la aplicación de 20  $\mu$ L para celulasas y pectinasas con una actividad enzimática de ~360 U/ml y 35 U/ml respectivamente. La extracción y cuantificación se llevó a cabo siguiendo el método descrito por Sadler y colaboradores (1990). Para la cuantificación de los azúcares reductores se utilizó el método de Miller (1954).

### **Resultados y discusión**

En experimentos previos se pudo establecer que las mejores condiciones de extracción se llevaron a cabo utilizando temperaturas de 50 y 60 °C, con un tiempo no mayor a 20 minutos ya que existe una paulatina degradación del pigmento. Estos resultados fueron similares a los obtenidos por Sheetal y Ananthanarayan (2007), los cuales comprobaron que existe una degradación de carotenos (licopeno) en tomate a partir del minuto 15 de incubación.

En la Figura 1, se muestra el efecto de los tratamientos enzimáticos en la extracción de  $\beta$ -caroteno utilizando una temperatura de  $55\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1$  por un tiempo de 20 minutos. Fikselova y colaboradores (2008), afirman que utilizar temperaturas de 40 a  $60\text{ }^{\circ}\text{C}$  incrementa la extracción de  $\beta$ -caroteno en zanahoria.

### Efecto enzimático en la extracción de carotenos

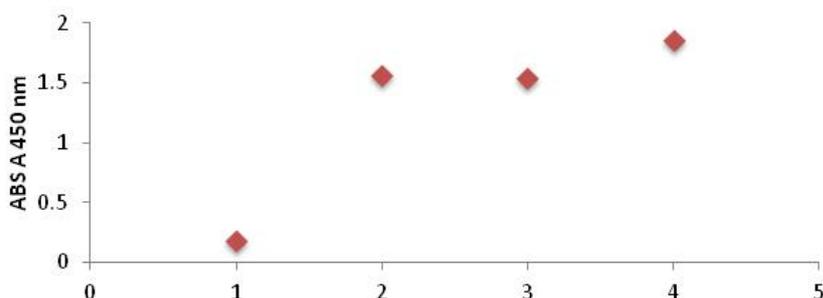


Figura 1. Tratamientos enzimáticos: 1= Testigo, 2= Viscozyme, 3= Pectinasas y 4= Viscozyme/Pectinasas (1:1)

La utilización de tratamientos enzimáticos con celulasas representó un aumento en la concentración de azúcares reductores en un 55 % superior al testigo (Figura 2) con una media de 0.3365 g/100 ml. El aumento de azúcares reductores en las muestras que no fueron tratadas enzimáticamente es debido al tratamiento de escaldado, el cual libera azúcares reductores por acción de la elevada temperatura (John y McKee, 1985).

### Efecto enzimático en la extracción de azúcares reductores

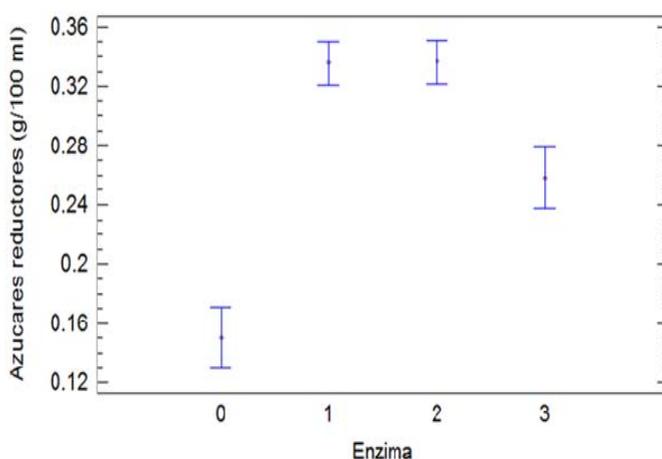


Figura 2. Comparación de medias al 95% de confianza. 0=Testigo, 1= Celulasas, 2=celulasas:pectinasas (1:1 v/v) y 3= pectinasas

## Conclusiones

Con estos resultados previos se ha podido demostrar que la utilización de tratamientos enzimáticos representa una extracción del 88% utilizando independientemente pectinasas y celulasas, estas en combinación resulta un 90% superior a lo obtenido del tratamiento testigo, obteniendo con ello una eficiente extracción de carotenos a partir de desechos postcosecha de zanahoria.

## Referencias

Barzana, E., Rubio, D., Santamaría, R.I., García, C.O., García, F., Ridaura, S.E.V., y López, M.A. (2002). Enzyme-Mediated Solvent Extraction of Carotenoid from Marigold Flower (*Tagetes erecta*). 50; 4491-4496.

Granado, B.F., Olmedilla, E.B., Gil-Martínez, E., y Blanco, I. (2001). A Fast, Reliable and Low-cost Saponification Protocol for Analysis of Carotenoids in Vegetables. *Journal of Food Composition and Analysis*. 14; 479-489.

John, M., y Mckee, T. (1985) A Simple Method for the Extraction of Reducing and Non-Reducing Sugars from Carrot and Other Storage Root Vegetables. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 36; 55-58.

Konopacka, D. (2006). The Effect of Enzymatic Treatment on Dried Vegetable Color. *Drying Technology*. 24; 1173-1178.

Navarrete, B.J.L., Rangel, C.C.L., Jiménez, I.H., Botello, A.E., y Rico, M.R. (2005). Pre-Treatment Effects on the Extraction Efficiency of Xanthophylls from Marigold Flower (*Tagetes erecta*) Using Hexane. *Food Research International*. 38; 159-165.

Reboul, E., Richelle, M., Perrot, E., Desmoulins, M.Ch., Pirisi, V., y Borel, P. (2006). Bioaccessibility of Carotenoids and Vitamin E from Their Main Dietary Sources. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 54; 8749-8755.



Sadler, G., Davis, J., y Dezman, D. (1990). Rapid Extraction of Lycopene and  $\beta$ -carotene from Reconstituted Tomato Paste and Pink Grapefruit Homogenates. *Journal of Food Science*. 55; 1460-1461.

# *Resúmenes*

## CUANTIFICACIÓN DE ASTAXANTINA TOTAL EN ACEITE PIGMENTADO DE CAMARÓN POR HPLC

José Alberto Núñez-Gastélum<sup>1</sup>, Dalia Isabel Sánchez-Machado<sup>1</sup>, Jaime López-Cervantes<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias, Instituto Tecnológico de Sonora.

\*Autor para correspondencia: [jaime.lopez@itson.edu.mx](mailto:jaime.lopez@itson.edu.mx)

**Introducción.** El camarón es el principal crustáceo comercializado por lo que su cultivo en México ha tenido un periodo de expansión que inició a finales del siglo pasado. Para Sonora en 2008 se reportó una producción mayor a las 81,000 toneladas (1). Pero solamente se aprovecha el 65% del crustáceo, el resto se considera residuos (exoesqueleto y cefalotórax). La fermentación ácido-láctica de estos subproductos permite separar los tres principales componentes: quitina, proteínas y lípidos. Entre los lípidos del camarón se encuentra el pigmento astaxantina. Este es un carotenoide y pertenece a la familia de las xantofilas. Es responsable de la coloración del crustáceo y posee mayor actividad antioxidante que la vitamina E (2). Astaxantina sintética se emplea como ingrediente en piensos para la alimentación de peces y aves por lo que es relevante encontrar fuentes orgánicas del pigmento. **Objetivo.** Es por lo anterior que en este trabajo se determinó el contenido de astaxantina total en el aceite pigmentado obtenido por fermentación láctica de los residuos de camarón.

**Metodología.** Las muestras de aceite se obtuvieron fermentando los desechos de camarón y centrifugando el fermentado (2). Se construyó una curva de calibración en base a una concentración conocida de astaxantina. Para la determinación se utilizó un equipo HPLC con detector con arreglo de diodos y una columna C18. La fase móvil A fue una mezcla de metanol:acetonitrilo: 2-propanol (49:49:2, v/v/v) y agua como fase móvil B. El flujo se mantuvo constante en 1 ml/min y la columna a 34° C (3).

**Resultados y discusión.** Se encontraron 21 picos que presentaban el espectro característico de la astaxantina y se calcularon en promedio 2 mg/g de aceite. Resultados similares fueron reportados utilizando un método espectrofotométrico (2). El primer pico corresponde a la astaxantina libre debido a que su tiempo de retención es el mismo que el del estándar. El resto de los picos pertenecen a los ésteres de astaxantina. Por otro lado, estudios en camarón, krill y algas han reportado la presencia de astaxantina libre y esterificada principalmente con ácidos grasos (3).

**Conclusiones.** Se cuantificó astaxantina libre y esterificada en el aceite pigmentado extraído de la basura de camarón lo que muestra que es una fuente alternativa para la obtención del pigmento.

### Bibliografía.

1. SAGARPA (2008). Anuario Estadístico de Pesca. *Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación*. México, D. F.
2. Núñez-Gastélum, J. A., Sánchez-Machado, D. I., López-Cervantes, J., Paseiro-Losada, P., Sendón, R., Sanches-Silva, A. T., Costa, H. S., Aurrekoetxea, G. P., Angulo, I., y Soto-Valdez, H. (2011). Evaluación físico-química de aceite pigmentado obtenido de la cabeza de camarón. *Grasas y Aceites*. 62:321-327.
3. Pérez-Gálvez, A., Negro-Balmaseda, J. J., Mínguez-Mosquera, M. I., Cascajo-Almenara, M. V., y Garrido-Fernández, J. (2008). Astaxanthin from crayfish (*Procambarus clarkii*) as a pigmentary ingredient in the feed of laying hens. *Grasas y Aceites*. 59:139-145.

## GENOTIPIFICACIÓN DEL VIRUS DEL SÍNDROME DE LA MANCHA BLANCA DE CRUSTÁCEOS SILVESTRES Y DE CULTIVO DE SONORA, MÉXICO

J. Reyes Gonzalez-Galaviz<sup>1</sup>, J. Cuauhtémoc Ibarra-Gómez<sup>2</sup>, Libia Z. Rodriguez-Anaya<sup>2</sup>, Cecilia Luna-Badillo<sup>2</sup>, Zinnia J. Molina-Garza<sup>1</sup>, Lucio Galaviz-Silva<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Biológicas, Laboratorio de Patología Molecular. Mail: [ggalaviz2000@yahoo.com.mx](mailto:ggalaviz2000@yahoo.com.mx). <sup>2</sup> Instituto Tecnológico de Sonora, Departamento de Ciencias Agronómicas y Veterinarias, Laboratorio de Análisis de Sanidad Acuícola. E-mail: [jibarra@itson.mx](mailto:jibarra@itson.mx)

Palabras claves: *genotipificación, unidades repetidas (UR), ORF*

**Introducción.** El virus del síndrome de la mancha blanca (WSSV, por sus siglas en inglés) es una enfermedad viral que afecta principalmente a especies de camarón de cultivo. El virus puede ser aislado de crustáceos silvestres (jaiba, cangrejos, camarón) que actúan como reservorios. Reportes previos han demostrado una alta variación genómica entre aislados del virus de diferentes regiones geográficas. Las variaciones genéticas de marcos de lectura abiertos (ORF94, ORF75 y ORF125) del virus han sido utilizados en estudios de epidemiología para conocer los diferentes genotipos del virus. El **objetivo** de la investigación se basó en determinar la presencia de genotipos del virus del síndrome de la mancha blanca en diferentes ciclos de cultivos tanto en organismos silvestres como de cultivo.

**Metodología.** Se colectaron organismo silvestres y de cultivo durante los ciclos de cultivo 2008 y 2010, el DNA fue obtenido utilizando el reactivo DNAzol, se continuó con la reacción en cadena de la polimerasa utilizando los iniciadores sintetizados a partir del ORF94 (1), ORF75 (2) y ORF125 (2, 3), los productos de PCR fueron purificados y secuenciados para finalmente analizar las unidades repetidas de cada uno de los marcos de lectura abierto con los programas informáticos GeneDoc y TRF.

**Resultados y discusión.** Los genotipos encontrados durante los ciclos de cultivo 2008 y 2010 de organismos silvestres y de cultivo mostraron números distintos de UR en el ORF94, ORF75 y ORF125 con un rango de 1-11 UR, 3-15 UR y 8-11 UR respectivamente. De organismos silvestres positivos al virus no fue posible obtener amplicones con los iniciadores de los ORFs, y esto probablemente se deba a la baja carga viral (3).

**Conclusiones.** Basándonos en alta variabilidad del ORF94 y los polimorfismos de un solo nucleótido de la posición 48 del marco de lectura abierta, sugerimos la presencia de 6 genotipos del virus del síndrome de la mancha blanca en organismo silvestre y de cultivo del estado de Sonora, México.

**Agradecimientos.** Al Consejo de Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por el financiamiento para el desarrollo de esta investigación.

### Bibliografía

1. Wongteersupaya C, Vickers JE, Sriurairatana S, Nash GL, Akarajamon A, Boonsaeng V, Panyum S, Tassanakajon A, Withyachumnarkul B, Flegel TW. (1995). A non-occluded, systemic baculovirus that occurs in cells of ectodermal and mesodermal origin and causes high mortality in the black tiger prawn *Penaeus monodon*. Dis. Aquat. Org. 21, 69-77.
2. Dieu BTM, Marks H, Siebenga J, Goldbach RW, Zuidema D, Penco T, Viak JM (2004). Molecular epidemiology of white spot syndrome virus within Vietnam. J. Gen. Virol. 85, 3607-3618.
3. Pradeep B, Shekar M, Gudkovs N, Karunasagar I, Karunasagar I (2008). Genotyping of white spot syndrome virus prevalent in shrimp farms of India. Dis. Aquat. Org. 78, 189-198.

## CARACTERIZACIÓN GENÓMICA DEL VIRUS DEL SÍNDROME DE LA MANCHA BLANCA AISLADO DE CULTIVOS DE CAMARÓN (*Litopenaeus vannamei*) CICLOS (2010- 2011) DE SONORA, MÉXICO

Yesenia Jazmín Cruz Acosta, Cuauhtémoc Ibarra-Gámez, Cecilia Luna-Badillo, José Reyes González Galaviz

Instituto Tecnológico de Sonora, Laboratorio Análisis de Sanidad Acuícola.  
5 de Febrero 818 sur. Colonia Centro. Ciudad Obregón, Sonora. Email: [yesi\\_jaz@hotmail.es](mailto:yesi_jaz@hotmail.es)

Palabras clave: WSSV, caracterización, marcador molecular.

**Introducción.** La principal producción y comercialización de camarón está dada por camarón blanco *Penaeus vannamei*, con más del 90% del camarón de cultivo, los estados de Sonora y Sinaloa son los estados más importantes en producción (1). En el año 2009 la producción de camarón fue de 81, 422 ton, mientras que en el año 2010 fue de 49, 400 ton (2), mostrando una pérdida del 60% de producción debido al virus del síndrome de la mancha blanca (WSSV), que es el patógeno viral más importante del cultivo de camarón, y a menudo conduce a mortalidades masivas y graves pérdidas económicas a los camaronicultores (3).

En el presente estudio se analizan 3 marcadores moleculares (ORF 94, ORF 75 y ORF 125) con el **objetivo** de diferenciar genotipos del virus del WSSV presentes en el ciclo 2011 de granjas de Sonora, México.

**Metodología.** El presente trabajo se realizó en el laboratorio de sanidad acuícola, dentro de las instalaciones del CIIBAA del Instituto Tecnológico de Sonora. Se analizaron 51 muestras positivas para WSSV obtenidas de 7 localidades del Estado de Sonora, durante el año 2011. Se les realizó extracción con buffer Lysis de acuerdo al protocolo estipulado. Seguido del PCR para los marcadores moleculares (ORF 94, ORF 75 y ORF 125), utilizando una taq polimerasa DNA (Bioline)®, así como distintos ciclos de temperatura en el termociclador para cada uno de los ORF. Posteriormente al producto de PCR se le realizó electroforesis con gel agarosa al 2% para observar el tamaño del producto obtenido.

**Resultados y discusión.** De las 51 muestras analizadas, 18 presentaron amplificación para los distintos ORF analizados. Con el ORF 94 se encontraron productos de amplificación de 300 y 500 pb. Obteniendo 14 muestras con una amplificación de 300 pb y 4 muestras con 500 pb. El producto de amplificación con el ORF 75 fue de 600 pb para las 18 muestras analizadas. En el ORF 125 todas las muestras presentaron una amplificación de 1000 pb. El marcador fue DNA 100 pb (Hyperladder IV)® en el ORF 94 y ORF 75, y DNA ladder 50 pb (Invitrogen)® en el ORF 125. Se observaron 2 cepas distintas de acuerdo a la variabilidad del ORF 94 ya que el ORF 75 y ORF 125 mostraron el mismo patrón. El resto de las muestras que no presentaron amplificación probablemente se debe al poco nivel de virus presentado en las muestras (3). Estudios anteriores muestran que los 3 ORF analizados (ORF 94, ORF 75 y ORF 125) tienen un alto potencial para usarse en trabajos epidemiológico con WSSV, particularmente el ORF94 ya que tiene una alta variación en el número de repeticiones (4, 5).

**Conclusiones.** En las 3 regiones minisatélites (ORF 94, ORF 75 y ORF125) utilizadas como marcadores moleculares se encontraron 4 cepas distintas. Los 3 marcadores moleculares son un potencial para usarse en el trabajo epidemiológico con WSSV ya que puede ayudar en el rastreo de su origen y su dispersión (5).

### Bibliografía

1. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Social, Pesca y Alimentación 2003, anuario estadístico de Pesca 2001. SAGARPA. México.
2. Comité de Sanidad Acuícola del Estado de Sonora, A.C. COSAES. 2010.
3. Pradeep B., Shekar M., Gudkovs N., Karunasagar I. y Karunasagar In. 2008. Genotyping of spot syndrome virus prevalent in shrimp farms of India. *Dis Aquat Org.* Vol (78): 189-198.
4. Muller I., Andrade T., Tang-Nelson K., Marques M., y Lightner L. 2010. Genotyping of white spot syndrome (WSSV) geographical isolates from Brazil and comparison to other isolates from the Americas. *Dis Aquat Org.* Vol (88): 91-98.
5. Wongteerasupaya C., Pungchai P., Withyachumrarnkul B., Boonsaeng V., Panyim S., Flegel T., Walker P. 2003. High variation in repetitive DNA fragment length for white spot syndrome virus (WSSV) isolates in Thailand. *Dis Aquat Org.* Vol (54): 253-257.

## VARIACIONES DEL ORF94 DEL VIRUS DEL SÍNDROME DE LA MANCHA BLANCA EN AISLADOS DE *Litopenaeus vannamei* DE CULTIVOS DE SONORA, MÉXICO.

Libia Z. Rodríguez-Anaya, J. Reyes González-Galavíz, Cecilia G. Luna-Badillo, Ramón Casillas-Hernández, Fernando Lares-Villa, J. Cuauhtémoc Ibarra-Gámez.

Instituto Tecnológico de Sonora, Departamento de Ciencias Agronómicas y Veterinarias, Laboratorio de Análisis de Sanidad Acuícola. Mail: [Libiazra@hotmail.com](mailto:Libiazra@hotmail.com)

*Palabras Clave: Genotipificación, ORF94, Unidades Repetidas (UR)*

**Introducción.** El virus del síndrome de la mancha blanca (WSSV) ha causado serios problemas desde 1999 hasta la actualidad, provocando pérdidas millonarias en cultivos *Litopenaeus vannamei* de Sonora y Sinaloa (1). La secuencia completa de su genoma se determinó en tres aislados distintos de China, Tailandia y Taiwán (2), mostrando una alta variabilidad de la región ORF94 entre los aislados.

El objetivo fue comparar las variaciones del ORF94 en WSSV en cultivos de *L. vannamei* del Estado de Sonora, mediante PCR y secuenciación genómica para la determinación de distintos tipos del virus.

**Metodología.** La extracción de DNA de 57 muestras positivas se realizó tomando 40 mg de pleópodos usando el Kit Buffer de Lysis IQ2000™. Para el PCR se utilizó BIOLASE™ DNA Polimerasa añadiendo 10ng de DNA y 30 pmol de cada uno de los iniciadores. Los primers utilizados fueron sintetizados de la región ORF94 del virus (3). Los productos de PCR se corrieron en gel de agarosa al 2% a 120 mV. El análisis de la secuencias se realizó con los programas Chromas, RTF y GeneDoc.

**Resultados y discusión.** Los aislados mostraron un rango de UR de 1-13 y SNPs en la posición 48 y 52. En éste estudio se encontraron que los aislados con <11 UR dominaron en las granjas con brotes mientras que en las granjas con no-brotes dominaron los de >12. Esto sugiere que los diferentes brotes fueron causados por diferentes genotipos de WSSV. Los cambios encontrados en los nucleótidos llevan a la alternación de aminoácidos de ácido glutámico - ácido aspártico para la posición 48 y tirosina - asparagina para la posición 52. Estos resultados aunado a la información de UR dan un total de 2, 5, 4, 1, 9 genotipos para los ciclos 2005, 2006, 2008, 2009 y 2010 respectivamente.

**Conclusiones.** De acuerdo a la genotipificación se encontraron diferentes cepas del WSSV encontrándose URs de menor tamaño en los brotes y URs de mayor tamaño en los no brotes. Dichas variaciones se atribuyen a la adaptación que ha tenido el virus a diferentes condiciones ambientales y a la dispersión a través de diferentes hospederos induciendo cambios genómicos y alterando su patogenicidad.

**Agradecimientos.** Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por el apoyo a este trabajo de investigación.

### **Bibliografía.**

1. Galaviz Silva. L., González Galaviz J. R., Ibarra G. J. C., Mercado Hernández R., Molina Garza Z. J., (2009). Minisatélites del virus del síndrome de la mancha blanca (Whispovirus) en México. *Ciencia uanl*. Vol. XII. No. (2): pp169-173.
2. Chen L.L., Wang H.C., Huang C.J., Peng S.E., Chen Y.G., Lin S.J. (2002). Transcriptional analysis of the DNA polymerase gene of shrimp white shrimp syndrome virus. *Virology*. pp. 136-147.
3. Muller I. C., Andrade P.D., Tang Nelson F. J., Marques M. R., Lightner D. (2010). Genotyping of white spot syndrome virus (WSSV) geographical isolates from Brazil and comparison to other isolates from the Americas. *Dis Aqua Org*. Vol. 88 pp. 91-98.

## EFFECTO DEL VIRUS DEL SÍNDROME DE LA MANCHA BLANCA EN EL CAMARÓN BLANCO, *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931), A DIFERENTES CONDICIONES EXPERIMENTALES DE TEMPERATURA, SALINIDAD Y DENSIDAD DE ORGANISMOS

A. R Ochoa Meza<sup>1</sup>., M.L Unzueta Bustamante<sup>2</sup>., R. Castro Longoria<sup>2</sup>, L.F. Ortiz Ibarra<sup>1</sup>  
J.M.Grijalva Chon<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Centro de promoción a la acuicultura del ITESM. <sup>2</sup>Departamento de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad de Sonora

*Palabras clave: WSSV, variables ambientales, granjas de cultivo*

**Introducción.** La producción de peneidos de cultivo ha aumentado a nivel mundial en las últimas décadas. Esta actividad tiene gran importancia en América y esta basada en el camarón blanco del Pacífico, *Litopenaeus vannamei*, pero las enfermedades virales es uno de los más graves problemas en los rendimientos de cultivo. Recientemente una de estas enfermedades virales con efectos notables sobre la actividad acuícola ha sido el Virus del Síndrome de la Mancha Blanca (WSSV por sus siglas en ingles). **Objetivo.** Debido a la importancia del cultivo de camarón para el Noroeste de México, se ha trabajado para poner a prueba experimentalmente la virulencia del WSSV con la densidad de los organismos, la salinidad y temperatura.

**Metodología.** Las pruebas se llevaron a cabo en camarones de *Litopenaeus vannamei* infectados con WSSV y en densidades intensiva, semiintensiva y extensiva bajo condiciones de laboratorio. La salinidad fue probada a 35, 40, 45 y 50 ups (unidades prácticas de salinidad) y estos valores fueron escogidos porque son los más comunes en las granjas del Norte. También se probaron las temperaturas prevalentes en las granjas de 22, 24, 26, 28, 30 y 32 ° C. El análisis de los camarones fue hecho por histopatología convencional y protocolos de PCR.

**Resultados y discusión.** Los resultados demostraron que la mayor densidad produjo daños graves en los camarones debido a la presencia del WSSV. La temperatura entre 28 y 30 ° C provocó mayor susceptibilidad en los camarones. La salinidad de 35 y 40 ups dió lugar a los daños más notorios en los camarones.

**Conclusiones.** Estos datos apoyan firmemente que las variables probadas pueden ocasionar graves problemas para el manejo de los sistemas de cultivo, en cuyo caso es muy importante tener en cuenta los valores menores de estas variables con el fin de obtener un cultivo de *Litopenaeus vannamei* más sano y eficiente.

## RESPUESTAS EMBRIOGÉNICAS *in vitro* EN DOS CULTIVARES DE *Cucurbita* *ssp.*

José Luis Rodríguez- De La O<sup>1</sup> ; Elizabeth Ponce Arrollo; Clemente Villanueva Verduzco

<sup>1</sup>Departamento de Fitotecnia Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México C.P. 56230. Fax 01 595 95 216 42 Mail: [jlo8@msn.com](mailto:jlo8@msn.com)

Palabras clave: *cucurbitáceas, embriones somáticos, morfogénesis*

**Introducción.** Las cucurbitáceas, han sido consideradas como un género potencialmente valioso desde el punto de vista alimenticio e1n muchos países de América Latina y Europa. En México, éste género ha sido utilizado para importantes programas de mejoramiento genético, empleando cultivares criollos sobresalientes por su base genética. Para éste género existen casos reportados, que evidencian poco conocimiento y un inadecuado manejo, así como a la incidencia de plagas y enfermedades aunado a los problemas para su conservación, han propiciado que valiosos cultivares tengan el riesgo de su extinción.

**Objetivo.** La presente investigación tiene como objetivo, promover la embriogénesis somática *in vitro*, en cucurbitáceas, como una estrategia, para recuperar y multiplicar plantas, conservando las características de su base genética.

**Metodología.** La embriogénesis *in vitro* se ensayó tanto para *Cucurbita ficifolia* y *C. moschata*, se tomaron tejidos del cotiledón y de semillas germinadas, el tallo con los nudos cotiledonares los cuales fueron sembrados en un medio con las sales de Murashige y Skoog (1962) MS (1), al 100% suplementadas con 0.40 mg L<sup>-1</sup> de tiamina-HCL, 100 mg L<sup>-1</sup> de myo inositol, 3% de sacarosa, 7% de bacto agar y se probaron 12 combinaciones de 2, 4-Diclorofenoxiacético 2,4-D, Benciladenina BA, y Ac. Naftalenoacético ANA.

**Resultados y Discusión.** Las mejores respuestas embriogénicas en *C. ficifolia* se obtuvieron empleando tallos con nudos cotiledonares cultivados con 2.5 y 3.0 mg L<sup>-1</sup> de 2,4-D, 0.5 y 0.7 mg L<sup>-1</sup> de BA y ANA respectivamente, cuando se empleó el tejido cotiledonar, las mejores respuestas embriogénicas se presentaron empleando con 1.6 mg L<sup>-1</sup> de 2,4-D, 0.4 mg L<sup>-1</sup> de BA y 1.0 mg L<sup>-1</sup>. Los tallos con los nudos cotiledonares, de *C. moschata*, presentaron las mejores respuestas embriogénicas cuando se cultivaron en 1.0 y 1.6 mg L<sup>-1</sup> de 2,4-D, 0.1 y 0.4 mg L<sup>-1</sup> de BA, 0.5 y 1.0 mg L<sup>-1</sup> de ANA. El tejido cotiledonar, presentó las mejores respuestas embrionarias cuando se cultivó en presencia de 1.0 y 2.3 mg L<sup>-1</sup> de 2,4-D, 0.1 y 0.7 mg L<sup>-1</sup> de BA, y 0.5 mg L<sup>-1</sup> de ANA, otros resultados coinciden con lo reportado (2).

**Conclusiones.** Las respuestas evaluadas, identificaron a los tejidos cultivados *in vitro* y sus respuestas hacia la obtención de callos, y sus características físicas (color, textura y tamaños) asociadas a su capacidad embriogénica.

### Bibliografía

1. Murashige, T.; Skoog, F. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures . *Physiol Plant.* 15:473-497.
2. Hussein, S.; Ibrahim, R.; Pick Kiong, A.L. 2006. Somatic embryogenesis: an alternative method for *in vitro* micropropagation. *Iranian Journal of Biotechnology* 4(3) 156-161.

## ESTABLECIMIENTO ASÉPTICO DE LA PLANTA STEVIA (*Stevia rebaudiana*)

Lorena Tineo García, Miriam E. Barreras Cárdenas, Yazmín A. Chirón Ruelas

Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias, Dirección de Recursos Naturales,  
Instituto Tecnológico de Sonora. Ciudad Obregón, Sonora, México.

[lorena.tineo@itson.edu.mx](mailto:lorena.tineo@itson.edu.mx)

Palabras clave: *Stevia rebaudiana*, micropropagación *in vitro*, fitorreguladores

**Introducción.** La planta *Stevia rebaudiana* es oriunda de Paraguay, descrita por primera vez por Moisés Bertoni en 1899. Esta planta pertenece a la familia *Asteraceae* es una especie herbácea perenne, tallo erecto, pubescente; puede alcanzar alturas de 90 a 100 cm (1). Se ha adoptado como especie alternativa del azúcar común o edulcorantes artificiales, por lo que el cultivo de stevia ofrece una alta rentabilidad económica debido a que hay una demanda insatisfecha. **Objetivo.** Establecer cultivos asépticos y con actividad de *Stevia rebaudiana* bajo condiciones *in vitro* en medio de cultivo de Murashige y Skoog (2) adicionado con la auxina ácido naftalenacético (ANA) y las citocininas 6 furfurilaminopurina (6-FAP) y bencil adenina (BA), para su multiplicación masiva.

**Metodología.** Los explantes de stevia se colectaron de plantas de campo y fueron sometidos al siguiente proceso de desinfección: solución jabonosa al 5% (2 minutos al vacío), fungicida "captan" (0.625g/ 250ml) (1 minuto), alcohol al 70% (30 segundos), NaClO al 10% (20 minutos) y 3 enjuagues con agua destilada estéril (3). En la campana de flujo laminar se sembraron los explantes en el medio de cultivo Murashige y Skoog (2), adicionado con los fitorreguladores: BA (1mg/L), 6-FAP (1mg/L) y ANA (1mg/L)(4, 5, 6). Los cultivos se mantuvieron a una temperatura de 25°±1°C con un fotoperiodo 16/8 horas luz. Las variables de estudio fueron contaminación, oxidación, formación de callo, brote y raíz, observándose y registrándose resultados cada semana.

**Resultados y discusión.** Al inicio del proceso de establecimiento el 100% de los explantes presentaron diferentes grados de oxidación, conforme la etapa de establecimiento iba progresando la cantidad de explantes oxidados llegó a ser del 40%; esto se debe a que el tejido vegetal se daña durante el proceso de desinfección, ocasionado por los desinfectantes superficiales utilizados, causando efectos abrasivos sobre las células (7). El promedio de brotes por explante fue de 7.83, esta proliferación masiva puede deberse al uso de dos tipos de citocininas como lo demostró M.B Ahmed (6).

**Conclusiones.** El establecimiento aséptico de la especie *Stevia rebaudiana* fue exitoso con la metodología de desinfección propuesta y con esto es posible lograr la propagación masiva.

### Bibliografía

1. Landazuri A., Tigrero A.P. S., Juan O. (2009). *Stevia rebaudiana Bertoni, una planta medicinal*. Bol. Téc. Edición especial. Escuela politécnica del ejército. Sangolquí, Ecuador.
2. Murashige y Skoog, F. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture. *Physiol. Plant.* 15: 473-97.
3. Tineo G. L.. (2008). *Manual de Prácticas de Laboratorio de Optativa III*, ITSON. Cd. Obregón, Sonora.
4. Preethi, D., Sridhar, T.M., Naidu, C.V. (2011). Direct Shoot Organogenesis from Leaf Explants of *Stevia rebaudiana*, *Journal of Phytology*, 3(5): 69-73, ISSN: 2075-6240.
5. Arpita Das, Saikat Gantait, Nirmal Mandal (2007). *Micropropagation of an elite medicinal plant: Stevia rebaudiana Bert.* *journal of agricultural research* 6(1) 40-48, ISSN 1816-4897.
6. Ahmed M.B, Salahin, M., K., R., Razvy M.A., Hannan, M., M, Sultana R. Hossain, M., Islam R. (2007), An efficient Method for *in vitro* clonal propagation of a newly introduced sweetener plant ( *Stevia rebaudiana* Bertoni) in Bangladesh, *Journal of scientific research* 2(2) :121-125, ISSN 1818-6785.
7. Salisbury, F., Ross, C.(1992). *Fisiología vegetal*. Editorial Iberoamericana. México, D.F. 423-435.

## REGENERACIÓN Y TRANSFORMACIÓN GENÉTICA DE PLANTAS DE TOMATE CV. MICRO-TOM A PARTIR DE EXPLANTES FOLIARES

Abraham Cruz-Mendivil<sup>1</sup>, Javier Rivera-López<sup>2</sup>, Lourdes J. Germán-Báez<sup>1</sup>, Melina López-Meyer<sup>3</sup>, José A. López-Valenzuela<sup>1</sup>, Cuauhtémoc Reyes-Moreno<sup>1</sup>, Angel Valdez-Ortiz<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos, y Programa Regional de Doctorado en Biotecnología, FCQB-UAS. <sup>2</sup>Instituto Tecnológico de Los Mochis. <sup>3</sup>CIIDIR-IPN Unidad Sinaloa. \*e-mail: angelvaldezortiz@yahoo.com.mx

*Palabras clave: capacidad de formación de brotes, Agrobacterium tumefaciens, gusA.*

**Introducción.** El tomate cv. Micro-Tom es considerado un sistema modelo debido a sus características únicas como tamaño pequeño, habilidad de crecer a altas densidades, y ciclo de vida corto, lo cual permite el desarrollo de experimentos en ambientes confinados y controlados, cumpliendo con las regulaciones de bioseguridad para organismos genéticamente modificados [1]. El objetivo del presente trabajo fue establecer un protocolo simple y eficiente para la obtención de plantas transgénicas de tomate cv. Micro-Tom, incluyendo la fase de aclimatación *ex vitro* y producción de frutos. **Metodología.** Explantes foliares (0.5 cm<sup>2</sup>) fueron cultivados en cuatro medios de inducción de brotes, que variaban en el tipo de citocinina: zeatina (ZT, 2 mg/L) y bencilaminopurina (BAP, 2 mg/L), y en la concentración del antibiótico timentin (TM, 0 y 300 mg/L), evaluando el índice de Capacidad de Formación de Brotes (CFB) después de seis semanas. Los brotes obtenidos fueron cultivados en cuatro medios de elongación/enraizamiento, con diferentes concentraciones de sales MS (0.5 y 1X) y sacarosa (15 y 30 g/L), evaluando el porcentaje de Plántulas Completamente Desarrolladas (% PCD) después de cuatro semanas. Por otro lado, explantes foliares fueron infectados con tres concentraciones de *Agrobacterium tumefaciens* EHA105::pCAMBIA2301 (DO<sub>600</sub> = 0.2, 0.5, 0.8) y cocultivados por 48 h en dos medios con distintos reguladores de crecimiento: ZT (2 mg/L) + ácido indolacético (AIA, 0.1 mg/L) y BAP (1 mg/L) + ácido naftalenacético (ANA, 0.1 mg/L), evaluando el porcentaje de explantes con expresión transitoria de *gusA*. Para la obtención de plantas transgénicas se utilizó kanamicina (50 mg/L) como marcador de selección, y la presencia del gen *gusA* fue confirmada mediante PCR. **Resultados y discusión.** El índice CFB más alto (5.6) fue observado cuando los explantes foliares se cultivaron por seis semanas con 2 mg/L ZT y 300 mg/L TM. La adición de TM tuvo un efecto favorable en la inducción de brotes, lo cual podría deberse a compuestos tipo auxinas que son liberados durante la hidrólisis de este antibiótico [2]. La elongación y enraizamiento de brotes se realizó en una etapa en medio libre de reguladores de crecimiento, observándose el porcentaje más alto de PCD (82 %) después de cuatro semanas de cultivo con 0.5X MS y 15 g/L sacarosa. Las PCD fueron exitosamente aclimatadas a condiciones *ex vitro*, observándose un 100 % de supervivencia y producción de frutos (15 frutos/planta) después de seis semanas. Se logró visualizar la expresión transitoria de *gusA* en el 100 % de los explantes infectados con *Agrobacterium* (DO<sub>600</sub> = 0.5) y cocultivados con 2 mg/L BAP y 0.1 mg/L ANA. Se conoce que esta combinación de reguladores de crecimiento induce la formación de callo, y con ello una mayor tasa de división celular que podría favorecer la transferencia genética. A partir de 120 explantes cocultivados, se logró la inducción de 44 brotes en medio selectivo, de las cuales se regeneraron 23 plántulas transformadas, que fueron confirmadas mediante PCR, observándose la amplificación de un fragmento (982 pb) del gen *gusA*. La eficiencia de transformación total fue 19.1 %, similar a lo previamente reportado para tomate [3]. **Conclusiones.** Se estableció un protocolo sencillo y eficiente para la obtención de plantas transgénicas de tomate cv. Micro-Tom a partir de explantes foliares. El proceso completo, desde la infección con *Agrobacterium* hasta la producción de frutos, puede ser logrado en sólo cuatro meses.

### Bibliografía.

1. Meissner, R, Jacobson, Y, Melamed, S, Levyatuv, S, Shalev, G, Ashri, A, Elkind, Y, y Levy, A. (1997). A new model system for tomato genetics. *Plant J.* 12(6): 1465-1472.
2. Costa, MGC, Nogueira, FTS, Figueira, ML, Otoni, WC, Brommonschenkel, SH, y Cecon, PR. (2000). Influence of the antibiotic timentin on plant regeneration of tomato cultivars. *Plant Cell Rep.* 19: 327-332.
3. Qiu, D, Diretto, G, Tavarza, R, y Giuliano, G. (2007). Improved protocol for *Agrobacterium* mediated transformation of tomato and production of transgenic plants containing carotenoid biosynthetic gene *CsZCD*. *Sci. Hort.* 112: 172-175.

## PROPIEDADES ANTIOXIDANTES EN EXTRACTOS DE RESIDUOS DE AGUACATE

P.L. Chávez-Álvarez<sup>1</sup>, S. Ruíz-Cruz<sup>1</sup>, J.J. Órnelas-Paz<sup>2</sup>, N.P. Silva-Beltrán<sup>1</sup>, L.E. Gassós-Ortega<sup>1</sup>, O.L. Tavares-Sánchez<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto Tecnológico de Sonora, Dpto. de Biotecnología y Ciencias Alimentarias, Col. Centro, Cd. Obregón, Sonora, 85000, México. Tel. (644) 4109000 Ext. 2106. email: [sruiz@itson.edu.mx](mailto:sruiz@itson.edu.mx). <sup>2</sup> Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C., Laboratorio de Fitoquímicos y Nutrientes, Carretera a la Victoria Km 0.6, Hermosillo, Sonora, C.P. 83304, México.

Palabras clave: *antioxidantes, residuos, aguacate.*

**Introducción.** El aguacate es un producto de alta producción y exportación en México; contiene compuestos bioactivos utilizados en la industria farmacéutica y cosmética; sin embargo existen pocos estudios sobre sus propiedades antioxidantes encaminados a su utilización en la industria alimentaria como una alternativa en la conservación de alimentos.

El **objetivo** fue analizar las propiedades antioxidantes de los extractos de cáscara y semilla de aguacate con el fin de aprovechar integralmente estos residuos.

**Metodología.** Se realizaron extracciones metanólica, acetónica y polifenólica de cáscara y semilla de aguacate pulverizadas en forma fresca (1), cada extracto se concentró al 20% en volumen con rotavapor y baño María para ser conservados en congelación hasta su uso. Los extractos obtenidos fueron evaluados para determinar su capacidad antioxidante mediante las técnicas DPPH y ABTS.

**Resultados y discusión.** Los resultados mostraron que la capacidad antioxidante de la cáscara por DPPH fue de 0.107, 0.110 y 0.106  $\mu\text{M ET/g}$ . Con respecto a semilla fue de 0.109, 0.108 y 0.106  $\mu\text{M ET/g}$  para extractos metanólico, acetónico y polifenólico, respectivamente. Estos valores son superiores a los encontrados en otros estudios donde se evaluó la actividad antioxidante de hierbas medicinales (2). Por otro lado, los resultados para capacidad antioxidante por ABTS en cáscara fueron de 0.162, 0.112 y 0.112  $\mu\text{M ET/g}$ . En semilla fue de 0.149, 0.113 y 0.112  $\mu\text{M ET/g}$  para extractos metanólico, acetónico y polifenólico, respectivamente. Valores inferiores a los encontrados en extractos metanólicos de guayaba (3).

**Conclusiones.** Los extractos de cáscara y semilla de aguacate muestran gran similitud en capacidad antioxidante según el método DPPH. Por otra parte, según el método ABTS los extractos metanólicos destacan por su capacidad antioxidante sobre los acetónicos y polifenólicos; sin embargo, todos ellos tienen alto potencial de utilización como valor agregado en alimentos funcionales por sus propiedades antioxidantes.

**Agradecimientos.** Especialmente al proyecto ITSON-PROMEPTC-056.

### Bibliografía

1. Ornelas-Paz, J.J., Martínez-Burrola, J.M., Ruíz-Cruz, S., Santana-Rodríguez, V., Ibarra-Junquera, V., Olivas, G.I., Pérez-Martínez, J.D. 2010. Effect of cooking on the capsaicinoids and phenolics contents of Mexican peppers. *Food Chemistry*, 119:1619-1625.
2. Wojdylo, A., J. Oszmiński, R. Czemerys. 2007. Antioxidant activity and phenolic compounds in 32 selected herbs. *Food Chemistry*, 105: 940–949.
3. Thaipong, K., Boonprakob, U., Crosby, K., Cisneros-Zevallos, L., Hawkins, D. 2006. Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19: 669–675.

## EXTRACCIÓN CON SOLVENTES E IDENTIFICACIÓN DE LICOPENO

Karla P. Valenzuela-Sanchez<sup>1a</sup>, Ana A. Escárcega-Galaz<sup>1</sup>, Dalia I. Sánchez-Machado<sup>1</sup>,  
Jaime López-Cervantes<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias. Instituto Tecnológico de Sonora.  
Cd. Obregón Sonora, México. <sup>a</sup>Correspondencia: 5 de Febrero 818 Sur, Cd. Obregón, Son.  
MX-85000, México, email: [karlasanchez98@hotmail.com](mailto:karlasanchez98@hotmail.com)

Palabras clave: *licopeno, extracción, optimización.*

**Introducción.** La prevención de diversas enfermedades causadas por la degeneración de tejidos debido a la presencia de radicales libres y los componentes tóxicos del medio ambiente que ocasionan daños severos a los vasos sanguíneos y a las células nerviosas, han provocado la búsqueda de sustancias que posean un alto potencial antioxidante. Por ello, el licopeno, causante del color característico en el tomate, toronjas, sandías y pimientos rojos es uno de los más investigados (1). El licopeno es un colorante con once dobles enlaces conjugados en su cadena alifática formada por cuarenta átomos de carbono (2). El licopeno se encuentra principalmente en la piel de tomate, pero por su cantidad se ve afectada por factores como la temporada de cultivo, condiciones climáticas y grado de madurez del fruto (3). En el presente estudio se pretende optimizar las condiciones de extracción de licopeno en polvo de tomate para su identificación y cuantificación.

**Metodología.** La extracción de licopeno se llevó a cabo por la metodología propuesta por Strati y colaboradores (4) con algunas modificaciones utilizando etanol y tres distintos métodos de agitación (magnética, ultrasonidos y vertical). La cuantificación se llevó a cabo en un espectrofotómetro UV-VIS a una longitud de onda de 473 nm. Para la identificación se utilizó un equipo HPLC con una columna C18 a 34°C y dos fases móviles, (A) acetoniirilo: metanol:2-propanol (49:49:2, v/v/v) y (B) agua a 1 ml/min.

**Resultados y discusión.** El rendimiento de extracción de la oleoresina con etanol está en el rango de 13.80-24.60%, en concordancia con lo reportado por Cardona y cols. (1), quienes reportaron promedios de extracción de hasta el 37%. El contenido de licopeno en los extractos fue de 52.99, 58.86, 67.69 µg/g con los métodos de agitación magnética, con ultrasonidos y vertical respectivamente. Fue posible identificar más de un pico correspondiente al licopeno, que posiblemente se debió a reacciones de oxidación e isomerización durante su almacenamiento y fue posible la identificación de β-caroteno en base al espectro de absorción (5).

**Conclusión.** La metodología desarrollada y su optimización permiten la extracción de licopeno utilizando solamente agitación y solventes, por lo que es fácil de realizar y de bajo costo. Además, el polvo de tomate es una rica fuente de licopeno y en forma de extracto seco se puede utilizar como suplemento alimenticio.

### Bibliografía.

- (1) Cardona, E., Ríos, L. y Restrepo, G. (2006). Extracción del carotenoide licopeno del tomate chonto (*Lycopersicum esculentum*). *Vitae, revista de la facultad de química farmacéutica*. Vol. 13, N° 2, pp 44-53
- (2) Perking-Veazie, P., Collins, J., Pair, D. y Roberts, W. (2001), Lycopene content differs among red-fleshed watermelon cultivars. *Journal of Science and food agricultural*. Vol. N°81, pp 983-087.
- (3) Baysal, T., Ersus, S. y Starmans, A. (2000). Supercritical CO<sub>2</sub> extraction of β- carotene end Lycopene from tomato paste waste. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. Vol. 48, N° 11, pp 5507-5511.
- (4) Strati, I. y Oreopoulou, V. (2010). Effect of extraction parameters on the carotenoid recovery from tomato waste. *International Journal of Food Science and Technology* 2011, Vol. 46, N° 1, pp 23-29.
- (5) Kessy, H., Zhang, H. y Zhang, L. (2011). A study on thermal stability of lycopene in tomato in water and oil food systems using response surface methodology. *International Journal of Food Science and Technology*. Vol. 46, pp 209-215.

## REMOCIÓN DEL COLORANTE METIL VIOLETA MEDIANTE ELECTROCOAGULACIÓN UTILIZANDO ELECTRODOS DE ALUMINIO EN UN SISTEMA POR LOTE

García Gómez C.\*, Gortáres Moroyoqui P. y Chicuate Espinoza K.

Instituto Tecnológico de Sonora, 5 de Febrero 818 Sur, Colonia Centro, Cd. Obregón,  
Sonora, C.P. 85000, México

\*Autor de correspondencia Email: [celestino.garcia@itson.edu.mx](mailto:celestino.garcia@itson.edu.mx)

Palabras claves: *electrocoagulación, metil violeta, tratamiento de aguas.*

**Introducción.** Las aguas residuales de la industria de los colorantes, vertidos indiscriminadamente a los cuerpos de agua, son la disminución del oxígeno disuelto, la eutrofización, la formación de compuestos recalcitrantes y tóxicos para las células, la obstaculización del paso de la luz a los cuerpos de agua y su deterioro estético (1). La electrocoagulación es una tecnología que se viene desarrollando en los últimos años y que se presenta como alternativa de tratamiento para las aguas residuales de estas industrias, esta ofrece múltiples ventajas sobre las tecnologías tradicionales (2-3). El **objetivo** de esta investigación es estudiar la remoción del colorante metil violeta de soluciones acuosas usando un sistema batch de electrocoagulación tipo cascada que permita tratar un agua residual en continuo sin la necesidad de almacenar estos desechos y tratarlos conforme se van generando.

**Metodología.** Se trataron aguas sintéticas por electrocoagulación empleando un diseño experimental factorial  $2^k$  que obedece al estudio de la interacción de cuatro parámetros, pH inicial (4-9), corriente (0.5-1.5 A), cantidad de soporte electrolítico (700-2000 mg de  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) y concentración de tinte (50-250 ppm). La variable respuesta fue el porcentaje de remoción de color.

**Resultados.** Las remociones de color fueron del orden del 99% utilizando corriente de 1.5 A y 2000 mg de soporte electrolítico, valores bajos de estos parámetros muestran ligeramente una disminución en la remoción.

**Conclusiones.** Los resultados permiten establecer que desde el punto de vista de los aspectos técnicos, la electrocoagulación es una tecnología que puede utilizarse en soluciones acuosas de metil violeta para la remoción de color.

### Bibliografía.

1. Holt, P., Geoffrey W. y Mitchell C. (2005). The future for electrocoagulation as a localised water treatment. *Technology. In: Chemosphere*. Vol 59 (3): 355-367.
2. Chen, G. (2004). Electrochemical technologies in wastewater treatment. *Separation and Purification Technology*. Vol 38 (1): 11-41.
3. Molla M. (2004). Fundamentals, Present and future perspectives of electrocoagulation. *Journal of Hazardous Materials*. Vol 114 (1-3): 199-210.

## EVALUACIÓN DEL CONTENIDO DE FENOLES TOTALES Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE EN EXTRACTOS DE RESIDUOS DE PLANTA DE TOMATE

Norma Patricia Silva Beltrán<sup>1</sup>, Saúl Ruiz Cruz<sup>1</sup>, Luis Alberto Cira Chávez<sup>1</sup>, María Isabel Estrada<sup>1</sup>, Pablo Gortáres Moroyoqui<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias del Instituto Tecnológico de Sonora, 5 de Febrero 818 sur, Colonia Centro. Cd. Obregón, Sonora. C.P. 85000. Tel: 01(644) 4109000 ext. 2106. Email: [saul.ruiz.cruz@itson.edu.mx](mailto:saul.ruiz.cruz@itson.edu.mx)

Palabras clave: *Tomate, Fenoles, capacidad antioxidante.*

**Introducción.** El tomate sintetiza biocompuestos que utiliza como defensa ante patógenos. Dentro de estos metabolitos se encuentran los compuestos fenólicos que constituyen un amplio grupo de sustancias químicas, con diferentes estructuras, propiedades químicas y capacidad antioxidante, la cual se ha correlacionado con la actividad antimicrobiana. Aun que existen varios estudios donde se ha evaluado el contenido de estos compuestos en el fruto del tomate, son pocos los trabajos que han estudiado el contenido de estos sustancias bioactivas en residuos de planta después de la cosecha.

**Objetivo.** Medir el contenido de fenoles y determinar la capacidad antioxidante de extractos de residuos de tomate.

**Metodología.** Los residuos de planta de tomate se obtuvieron del Valle del Yaqui, Sonora, México. Los extractos del tallo, raíz, hoja de la planta, y planta completa se realizaron con material vegetal seco que fue sometido a maceración en alcohol-ácido (1:5 p/v) por 72 h con agitación constante y en completa obscuridad. Cada extracto se filtró, concentró en rotovapor y liofilizó para su análisis. La capacidad antioxidante se evaluó con los métodos ABTS (1) y DPPH (2). Los fenoles totales fueron medidos usando el método Folin-Ciocalteu (2). Los datos son reportados como la media y desviación estándar de tres réplicas.

**Resultados y discusión.** Los compuestos fenólicos se encontraron en un rango de  $18.865 \pm 1.53$  a  $55.250 \pm 2.02$  mg equivalentes de ácido gálico/gr de peso seco, dichos valores son de 6 a 9 veces mayores a los reportados en estudios de la pulpa del tomate (3). Esto pudiera deberse a que los compuestos fenólicos se acumulan mayormente en los tejidos analizados de la planta por su rol en la protección al estrés ambiental (3). La capacidad antioxidante reveló intervalos de  $934.368 \pm 4.20$  a  $941.560 \pm 3.12$  y  $607.873 \pm 7.51$  a  $885.809 \pm 4.94$   $\mu\text{M ET/g}$  (TEAC/g, Trolox equivalent antioxidant capacity) para ABTS<sup>•+</sup>, y DPPH<sup>•+</sup> respectivamente. Dichos valores son superiores a los reportados en tomate fresco (3), y coinciden con valores reportados en extractos de plantas de malezas (4). Se observó que los extractos de hoja y planta completa presentaron los valores más altos de capacidad antioxidante y fenoles totales. Caso contrario a los extractos de raíz.

**Conclusiones.** Los resultados muestran que existen elevadas concentraciones de compuestos fenólicos y alta capacidad antioxidante en los extractos de planta. Por lo que dichos extractos pudieran ser una alternativa potencial como antioxidante en la industria de alimentos.

### Bibliografía

1. Saunder Carolina (2009). The anti-proliferative effect of different tomato varieties on the human colon adenocarcinoma cells. *Bioscience Horizons*. 2 (2): 172-179
2. Amned L, Marti.Diana A, Rico D, Barry-Rian D. ( 2010) The antioxidants properties of whey permeate treated fresh cut tomatoes. *J. Agric.Food. Chem.* 59 (6): 2377-2385.
3. Harish M. Ch and Satishkumar R. (2011) Antioxidant potentials of skin, pulp, and seed fractions of commercially important tomato cultivars. *Food Sci. Biotechnol.* 20(1): 15-21.
4. Ramandeep K. Geoffrey p. (2004). Effect of semi-drying on the antioxidant components of tomatoes. *Food Chem.* 94(1): 90-97.

## PROCESO DESNITRIFICANTE CON *p*-CRESOL Y SULFURO A DIFERENTES CONCENTRACIONES DE SALINIDAD

Meza-Escalante Edna R.<sup>1</sup>, Dévora-Isiordia Gérman E.<sup>1</sup>, Estrada-Alvarado María I.<sup>2</sup>, Cervantes-Carrillo Francisco J.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ciencias del Agua y Medio Ambiente, ITSON <sup>2</sup>Departamento de Biotecnología y Ciencias Agropecuarias, ITSON. <sup>3</sup>División de Ciencias Ambientales, IPICYT. Instituto Tecnológico de Sonora. 5 de Febrero 818 Sur, C. P. 85000. Ciudad Obregón, Sonora, México. [edna.meza@itson.edu.mx](mailto:edna.meza@itson.edu.mx)

Palabras clave: *desnitrificación, organolitotrófico, halotolerante.*

**Introducción.** Debido a la presencia común de nitrato, compuestos azufrados y fenólicos en varios tipos de aguas industriales, se puede recomendar la desnitrificación para el tratamiento de estas aguas, ya que se ha observado la capacidad de los microorganismos desnitrificantes de acoplar la oxidación de compuestos orgánicos y azufrados con la reducción de  $\text{NO}_3^-$  a  $\text{N}_2$ (1).

Las bacterias halófilas moderadas y las halotolerantes constituyen una importante alternativa de aplicación en los tratamientos microbiológicos convencionales en casos en los que éstos sean ineficaces, como son los procesos industriales que generan aguas residuales salinas, residuos de la producción de diversas sustancias químicas como son los pesticidas, determinados productos farmacéuticos y herbicidas, industrias de fabricación y manufactura de conservas de productos marinos y vegetales, y los procesos de extracción de petróleo y gas (2).

El estudio de la oxidación conjunta de ambas fuentes de energía (orgánica e inorgánica), está en una etapa temprana por lo que son necesarios estudios que aporten información fisiológica de un lodo desnitrificante en presencia de estos 2 tipos de fuentes de electrones aunado a la presencia de condiciones salinas como se puede presentar en algunos efluentes de tipo industrial.

**Objetivo.** Evaluar el efecto de la concentración de salinidad en las eficiencias de consumo de los sustratos en un proceso desnitrificante organolitotrófico.

**Metodología.** Se operó un reactor desnitrificante tipo UASB a nivel laboratorio donde se estabilizó un consorcio halotolerante en régimen estacionario a una relación C/N estequiométrica teórica (1:1) utilizando acetato como fuente de carbono. Se realizaron cinéticas de consumo de sustratos (*p*-cresol, sulfuro y nitrato) por duplicado, a tres diferentes concentraciones de salinidad (1, 1.5 y 2%) en botellas de 160 ml utilizando un volumen de trabajo de 60 ml y un espacio de cabeza de 100 ml. Las botellas se inocularon con 0.5 g SSV/L y el periodo de incubación fue de 48 horas. Se realizaron las siguientes mediciones en cada unidad experimental a diferentes periodos de tiempo: compuesto carbonado (medido como DQO), sulfuro (método iodométrico) y nitrogenados (medidos como  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$  por la técnica de la columna reductora de nitratos).

**Resultados y discusión.** Se obtuvo una eficiencia en el consumo de nitrato, sulfuro y *p*-cresol mayor que el 97% a una concentración de salinidad del 1%. Estas eficiencias de consumo se vieron reducidas significativamente conforme se incrementó la concentración de salinidad al 1.5 y 2% respectivamente, hasta valores de eficiencias de consumo de los diferentes sustratos del 33%. Estas bajas eficiencias de consumo se vieron acompañadas de la acumulación de  $\text{NO}_2^-$  en el sistema, lo que indica que no se llevó a cabo la reducción completa del nitrato consumido hasta  $\text{N}_2$ , impidiendo la oxidación total de los sustratos.

**Conclusiones.** El incremento en la concentración de salinidad ocasionó una disminución en las eficiencias de consumo de sustratos hasta en un 58% a un porcentaje del 2% de salinidad comparado con las eficiencias obtenidas al 1%, por lo que se recomienda adecuar las condiciones del proceso a estas condiciones de salinidad para obtener eficiencias de consumo de sustratos cercanas al 100%

**Agradecimientos.** Los autores agradecen a PROMEP por el financiamiento de esta investigación.

### Bibliografía.

1. Meza-Escalante, E.R., Texier, A.-C., Cuervo-López, F., Gómez, J. and Cervantes, F.J. (2008). Inhibition of sulfide on the simultaneous removal of nitrate and *p*-cresol by denitrifying sludge. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*. 83(3):372-377.
2. Castillo, P., Bezanilla, J., Amieva, J., Jácome, A. & Tejero, I. 1995. Depuración de agua residual con salinidad variable empleando un proceso de biodiscos (RBC). *Ingeniería del Agua*. 2(1): 25-30.

## FUENTES DE UTILIZACIÓN DE AGUA DE CONÍFERAS EXPUESTAS A LA SEQUÍA UTILIZANDO ISÓTOPOS ESTABLES DE AGUA

Margarita Guerra Lugo<sup>1</sup>, Mariana Sánchez Benítez<sup>2</sup>, Francisco J. Carrete Nevárez,  
Tonantzin Tarin, Enrico A. Yépez

<sup>1</sup>Departamento de Ciencias del Agua y Medio Ambiente, Instituto Tecnológico de Sonora  
Autor de correspondencia: [mgl.17@hotmail.com](mailto:mgl.17@hotmail.com), [marian\\_sb19@hotmail.com](mailto:marian_sb19@hotmail.com)

Palabras clave: *Pinus eduli*, *Juniperus monosperma*, Nuevo México.

**Introducción.** Muchas investigaciones revelan que especies de coníferas (pinos piñoneros y juníperos cedros) son especies susceptibles al cambio climático, y que éstas tienen un impacto en el ecosistema particularmente por su elevado índice de mortalidad durante sequías prolongadas. Con el uso de isótopos estables de agua ( $\delta^2\text{H}$  y  $\delta^{18}\text{O}$ ) para estudios ecológicos y fisiológicos, es posible identificar las fuentes de utilización de agua de estas especies, debido a que, la composición isotópica del agua dentro de estas especies está relacionada con las adaptaciones a la sequía (1).

**Objetivo.** Este trabajo tiene como objetivo determinar las fuentes de utilización de agua de (*Pinus edulis* y *Juniperus monosperma*) expuestas a la sequía analizando la composición isotópica del agua de estas plantas durante periodos secos y húmedos.

**Metodología.** Se colectaron muestras de tallo de estas dos especies en un periodo seco y húmedo durante el año 2010 y 2011 en los meses de junio y agosto respectivamente, con el método de destilación criogénica se les extrajo el agua de las muestras y posteriormente se analizó su composición isotópica de  $\delta^{18}\text{O}$  y  $\delta^2\text{H}$ .

**Resultados y Discusión.** Se observó que durante periodos húmedos la composición isotópica del agua para el 2010 en juníperos fue de -60.0‰ en  $\delta^2\text{H}$  ( $\pm 2.27$ ) y 0.6‰ en  $\delta^{18}\text{O}$  ( $\pm 1.07$ ), mientras que en piñones se observó -39.2‰ en  $\delta^2\text{H}$  ( $\pm 17.24$ ) y 17.6‰ en  $\delta^{18}\text{O}$  ( $\pm 8.69$ ). Por otro lado durante el periodo de sequía del mismo año la composición isotópica en juníperos fue de -58.8‰ en  $\delta^2\text{H}$  ( $\pm 1.8$ ) y -2.7 en  $\delta^{18}\text{O}$  ( $\pm 0.6$ ); y en piñoneros -54.0‰ en  $\delta^2\text{H}$  ( $\pm 6.1$ ) y 8.6‰ en  $\delta^{18}\text{O}$  ( $\pm 4.2$ ). En el año 2011 se obtuvieron parámetros similares a los del año 2010. Los resultados muestran que en la temporada de sequía tanto los juníperos como los piñones presentaron una composición isotópica ligeramente más empobrecida en isótopos pesados comparada con la temporada de humedad. Por otro lado los diferentes valores entre especies revelan que, los piñoneros toman el agua de la parte más somera del suelo, debido a su composición isotópica más enriquecida en isótopos pesados, lo que coincide la característica composición isotópica enriquecida del agua en capas superficiales del suelo que están constantemente expuestas a la evaporación.

**Conclusiones.** Estos resultados sugieren que durante un periodo prolongado de sequía los juníperos tendrán una mayor resistencia a la sequía debido a que toman el agua de la parte más profunda. Este estudio muestra que el realizar estudios eco-fisiológicos usando isótopos estables se puede conocer el funcionamiento de los ecosistemas, y con esto predecir la respuesta que estos tendrán respecto al cambio climático.

### Bibliografía:

1. Reyes García Casandra y Andrade José Luis (2007). Los isótopos estables de hidrógeno y el oxígeno en los estudios ecofisiológicos de plantas. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*. Vol. 80:pag.19-28.

## CONDICIONES ÓPTIMAS DE FERMENTACIÓN DE SORGO DULCE *Sorghum bicolor* CULTIVADO DURANTE EL CICLO 2010 EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA, PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOETANOL.

S. R. Maldonado B., I. Mondaca F<sup>1</sup>., R. Holguín S., L. A. Cira Ch., M.  
I. Estrada A., P. Gortares M., J. J. Balderas C., I. Ruiz H.

<sup>1</sup>Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias, Instituto Tecnológico de Sonora,  
5 de Febrero 818 Sur, Col. Centro, Ciudad Obregón, Sonora, México, CP: 85000.

Palabras Clave: *Método superficie de respuesta (MSR), optimización, bioetanol*

**Introducción.** La Secretaría de Energía (SENER) en México está buscando alternativas de cultivos para producir biocombustibles que no afecten los suelos de producción alimentaria, la disponibilidad de agua y que puedan cultivarse según las características de las zonas. El sorgo dulce es una de las fuentes de biomasa elegidas por su capacidad fotosintética y adaptabilidad a suelos pobres y requerimientos mínimos de nutrientes (1). Son muchos factores que tienen influencia en el rendimiento de la fermentación de etanol, tales como temperatura, pH, agitación, nutrientes, entre otros (1,2), por lo que se tiene como objetivo: determinar las condiciones físicas de fermentación de sorgo dulce mediante el método de superficie de respuesta (MSR) que brindará la optimización para la producción de etanol como biocombustible.

**Metodología.** El jugo de sorgo dulce variedad Silo dulce, cultivado Valle del Yaqui fue extraído en un trapiche experimental y ajustado a 10 ° Brix con agua destilada; se le agregaron 0.2 % NH<sub>4</sub>SO<sub>4</sub>, 0.125% KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>; 0.05% MgSO<sub>4</sub>, 0.5% extracto de levadura (1). Las condiciones iniciales para la fermentación sin optimizar fueron 30 °C, 150 R.P.M. y un pH de 4.5. El inóculo se obtuvo mediante crecimiento aerobio por 12 h con las condiciones indicadas. A los matracos a fermentar se les agregó 5 % v/v del inóculo previamente preparado, se preparó el mosto con los mismos nutrientes que en la elaboración del mosto pero se dejó en condiciones anaerobias. Se tomaron muestras al inicio y final de la fermentación para el análisis de azúcares por DNS y de biomasa por conteo. La optimización de la fermentación se realizó bajo un diseño experimental Box-Benhenken por MSR, se evaluaron temperatura, pH y agitación, los experimentos se realizaron con tres repeticiones por duplicado.

**Resultados y discusión.** Se lograron obtener valores óptimos por medio de MSR: agitación de 150 R.P.M. y de pH 4.2 con un 95.0% de confianza. La temperatura no se optimizó con este primer diseño, por lo que se optó por tomar este parámetro con 32, 34 y 36 °C por separado, dejando fijos los otros parámetros sugeridos en los resultados. Se realizó la evaluación de las temperaturas 32, 34 y 36 °C con tres repeticiones por duplicado y se graficó en EXCEL Microsoft y se obtuvo una regresión polinómica. La temperatura óptima a utilizar se obtuvo de la ecuación de regresión polinómica utilizando el criterio de la primera derivada para obtener el valor de la temperatura donde el valor de predicción optimizado fue de 82.35 % de eficiencia a 33 °C. Al realizar el experimento se obtuvo una eficiencia de 82.01 %, el cual es un valor muy cercano a la predicción. Comparando con la eficiencia inicial de 45.13 % es evidente la mejora después de la optimización.

**Conclusiones.** Se logró optimizar el rendimiento de etanol en la fermentación de sorgo dulce mediante MSR con los parámetros físicos 4.2 pH, 33°C y 150 R.P.M., por lo que se sugiere buscar la optimización modificando el ambiente químico, lo cual podría aumentar el rendimiento obtenido.

**Agradecimientos.** Programa PROFAPI, proyecto No. 00173 y Fundación Produce Sonora, proyecto No. 001272

### Bibliografía.

- (1) Shen, Liu y Wang. (2009). Effects of Temperature, pH, Agitation and Particles Stuffing Rate on Fermentation of Sorghum Stalk Juice to Ethanol. *Energy sources*. 31 pp 646-656
- (2) Liu y Shen. (2007). Impacts of main factors on bioethanol fermentation from stalk juice of sweet sorghum by immobilized *Saccharomyces cerevisiae* (CICC 1308); *Bioresource technology*, 847-8

## OBTENCIÓN DE AZÚCARES A PARTIR DE PAJA DE TRIGO (*Triticum spp*) CULTIVADO EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA, PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOETANOL

J.C. Avila-García, I.Mondaca-Fernández<sup>1</sup>, A. Félix-Fuentes, M. M. Meza-Montenegro, J. J. Balderas Cortés, E. Cantú-Soto, R. Rodríguez-Ramírez

<sup>1</sup>Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias, Instituto Tecnológico de Sonora, 5 de Febrero 818 Sur, Col. Centro, Ciudad Obregón, Sonora, México, CP: 85000.

Palabras clave: *obtención de azúcares, hidrólisis, bioetanol*

**Introducción.** Anualmente se producen en México alrededor de 45 millones de toneladas de materia seca, siendo los principales cultivos (maíz, sorgo, trigo, frijol, arroz, cebada, soya, algodón, cártamo y ajonjolí); el rastrojo y olote de maíz (25, 500, 000 toneladas), las pajas de sorgo (6, 600,000 toneladas) y de trigo (4, 500,000 toneladas) representan el 81% de los residuos de los cultivos (1). Sonora es el principal producto de trigo con una superficie sembrada de 320,476 hectáreas y una producción de 320,432 toneladas (2). De tal manera que Sonora cuenta con una gran fuente de materia prima en la producción de etanol a partir de materiales lignocelulósicos. Se realizó caracterización de paja de trigo y se evaluaron distintos tratamientos para la obtención de azúcares y la liberación de compuestos fenólicos derivados del tratamiento.

**Metodología.** La caracterización de celulosa, hemicelulosa y lignina se realizó según el método de Kirk modificado, y los azúcares totales fueron determinados por el método de Grohman (3). Los azúcares liberados por cada tratamiento se cuantificaron por el método de DNS y los compuestos fenólicos por el método de Folin-Ciocalteu adaptado a ácido vanílico (4). Se realizaron 3 tratamientos distintos: tratamiento alcalino el cual consistió en hidróxido de sodio al 1% y autoclave 121 °C por 1 h, tratamiento ácido con 1.85% a 90°C por 18 h y 0.5% de ácido sulfúrico y autoclave a 121°C por 1 h. Para la evaluación de liberación de azúcares reductores se utilizó un conjunto enzimático Viscozyme ® L, se realizó un diseño experimental completamente al azar 3X3X2 por triplicado, empleando como variables cantidad de paja (1, 2.5 y 5 gramos de paja), concentración de enzima (1, 2 y 10 g de enzima/100 g de paja) y tiempo de reacción 24 y 72 h). El experimento se llevó a cabo en tubos de 15 mL, la temperatura se mantuvo a 50 °C y 150 rpm en un baño maría Labgenius™ durante la totalidad del experimento.

**Resultados y discusión.** La paja utilizada en la experimentación estaba constituida por 17.13% de hemicelulosa, 45.41% de celulosa y 45.41% de lignina, lo que corresponde al valor obtenido por el método de Grohmann de 60% de conversión a azúcares. En cuanto a la liberación de azúcares el tratamiento alcalino liberó 2.77 g/L, seguido por el tratamiento ácido (1.85%) con 14.7 g/L y finalmente el tratamiento ácido (0.5%) con 33.98 g/L. La liberación de compuestos fenólicos fue de 24.64 mg/L, 23.84 mg/L y 15.29 mg/L respectivamente para tratamiento alcalino, ácido (1.85%) y ácido (0.5%). Emplear 2.5 g de paja y 72 horas de reacción resultaron en la mayor liberación de azúcares incrementando el rendimiento hasta un 89.97% del ideal teórico.

**Conclusiones.** El proceso de producción de azúcares a partir de paja de trigo es posible con una metodología robusta que requiere de pocos reactivos y tiene una generación moderada de inhibidores. Sin embargo es necesario investigar las condiciones ideales requeridas por el proceso fermentativo.

### Bibliografía

- (1) SAGARPA. 2010. Aprovechamiento de esquilmos y subproductos en la alimentación del ganado. SAGARPA. pp. 1-8.
- (2) INEGI. 2009. México en Cifras Información Nacional, por entidad federativa y municipios. Capturado el 26 de Octubre del 2011 de: <http://www.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/default.aspx>
- (3) Foyle T. 2007. Compositional analysis of lignocellulosic materials: Evaluation of methods used for sugar analysis of waste paper and straw. *Bioresource Technology* 98. pp 3026-3036.
- (4) Curreli N. 2002. Complete and efficient enzymic hydrolysis of pretreated wheat straw. *Process Biochemistry* 37. pp 937-941

## COMPARACIÓN DE MÉTODOS PARA LA DETERMINACIÓN DEL GRADO DE DEACETILACIÓN DE QUITOSANO.

Ma. Araceli Correa-Murrieta<sup>1a</sup>, J. Rubén Rodríguez-Núñez<sup>1</sup>, Reyna G. Sánchez-Duarte<sup>1</sup>, Jaime López-Cervantes<sup>1</sup>, Dalia I. Sánchez-Machado<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias. Instituto Tecnológico de Sonora. Cd. Obregón Sonora, México. <sup>a</sup>Correspondencia: 5 de Febrero 818 Sur, Cd. Obregón, Son. MX-85000, México, email: [maria.correa@itson.edu.mx](mailto:maria.correa@itson.edu.mx)

Palabras clave: *Grado de deacetilación, quitosano, quitina.*

**Introducción.** El biopolímero quitina es la mayor fuente de contaminación superficial de las áreas costeras, ya que se encuentra en los caparazones de crustáceos como el camarón. Para atenuar este problema ambiental y darle un valor agregado a los residuos de la industrialización del camarón, la quitina se ha tratado química o biológicamente para la obtención de quitosano. El quitosano se obtiene por deacetilación alcalina de los grupos acetamida de la quitina (1). En la actualidad el quitosano tiene gran importancia por su aplicación como biopolímero catiónico y compuesto bioactivo, pero estas características son dependientes de su estructura química y física (2). Sus propiedades bioquímicas dependen fuertemente del grado de deacetilación (DA), un parámetro definido como la fracción mol de unidades deacetiladas en la cadena polimérica. En términos prácticos quitina y quitosano se refieren a biopolímeros con diferente DA, por lo tanto si el polímero tiene un DA superior a 50% se denomina quitosano y el polímero empieza a ganar solubilidad en soluciones ácidas diluidas debido a la protonación de los grupos aminos (3).

**Objetivo.** Comparar los métodos espectrofotométrico UV y potenciométrico para determinar el grado de deacetilación del quitosano.

**Metodología.** El DA fue determinado mediante los métodos espectrofotométrico UV y potenciométrico. En el método espectrofotométrico UV (3) fueron utilizados estándares de glucosamina hidrociorídrica y N- acetilglucosamina en diferentes proporciones, siendo estos los grupos cromóforos que componen al quitosano; la longitud de onda empleada fue de 201 nm. En el método potenciométrico se disolvió quitosano en una solución de HCl y se valoró con una solución de NaOH estandarizada. Con estas mediciones se obtiene una curva pH vs volumen de NaOH, donde se localizan dos puntos de inflexión que permiten determinar el DA del quitosano (4).

**Resultados y discusión.** Al quitosano producido en el laboratorio se le determinó su DA obteniéndose un 84% por el método espectrofotométrico UV y un 54.38% por el método potenciométrico. Estos resultados se compararon con el DA determinado por un tercer método (espectroscopía infrarroja), el cual fue de 89%; siendo este valor similar al obtenido por el método espectrofotométrico.

**Conclusiones.** Los métodos espectrofotométrico y potenciométrico empleados en la determinación del DA son simples y útiles porque requieren de equipo de bajo costo y proporcionan información acerca de la calidad del polímero. El DA obtenido por el método espectrofotométrico fue más cercano al de espectroscopía infrarroja y corresponde a las características propias de un quitosano con un DA similar.

### Bibliografía.

1. Rege, P.R., Block, L.H. (1999). Chitosan processing: influence of process parameters during acidic and alkaline hydrolysis and effect of the processing sequence on the resultant chitosan's properties. *Carbohydr. Res.* 321: 235–245.
2. Crini, G. (2005). Recent developments in polysaccharide-based materials. *Prog. Polym. Sci.* 30: 38–70.
3. Liu, D., Wei, Y., Yaob, P. and Jiang, L. (2006). Determination of the degree of acetylation of chitosan by UV spectrophotometry using dual standards. *Carbohydr. Res.* 341, 782–785.
4. Parada, L.G., Crespín, G.D., Miranda, R., Katime, I. (2004). Caracterización de quitosano por viscosimetría capilar y valoración potenciométrica. *Rev. Iberoam. Polim.* 5 (1): 1-16.

## DISMINUCIÓN DE CENIZAS Y MEJORAMIENTO NUTRICIONAL DE PAJA DE TRIGO TRATADA CON *Pleurotus ostreatus*

A.V. Martínez-Ayala<sup>1</sup>, P. Gortares-Moroyoqui<sup>1</sup>, M.I. Estrada-Alvarado<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias, Instituto Tecnológico de Sonora, 5 de Febrero 818 Sur, Col. Centro, Ciudad Obregón, Sonora, México, CP: 85000. Tel. +52 644-4109000 EXT 2110; [ana.martinez@itson.edu.mx](mailto:ana.martinez@itson.edu.mx), [annitav.martinez@yahoo.com.mx](mailto:annitav.martinez@yahoo.com.mx)

Palabras clave: *Pellets*, *paja de trigo*, *Pleurotus ostreatus*

**Introducción.** El Valle del Yaqui depende económicamente en gran parte de la agricultura, lo cual genera cerca de un millón de toneladas de paja de trigo, que generalmente es quemada, provocando un aumento en la contaminación, así como consecuencias en la salud de la población (1). Este trabajo tiene como fin el determinar las características nutricionales de la paja de trigo para su uso como alimento balanceado para ganado, además de buscar reducir la cantidad de cenizas para su uso como combustible en forma de pellet para estufas y calderas. Se determinó el porcentaje de cenizas y de proteínas en la paja de trigo inicial y después de los tratamientos utilizados. Se probaron 2 tipos de fermentadores como tratamientos. Se tomaron muestras de la paja a los 20 y 40 días del inóculo (grano de trigo con micelio), finalmente se analizaron los datos obtenidos y se compararon con bibliografía. **Metodología.** Para este estudio se realizaron los siguientes análisis de acuerdo a las normas oficiales: determinación del porcentaje de proteínas en base a la NMX-F-068-S-1980 (2); determinación de cenizas en base a la NMX-F-066-S-1978 (3); determinación de humedad en base a la NMX-F-083-1986 (4). Se realizaron 3 tratamientos (2 tipos de fermentadores) con un primer muestreo a los 20 días de inoculación del micelio y otro a los 40 días. **Resultados y discusión.** El contenido de cenizas inicial fue de 16.7%. En otra investigación se utilizó *Pleurotus pulmonarius* y se obtuvo 16.13% de cenizas en la paja no tratada y se ha registrado un descenso en el contenido de cenizas hasta un 11.93% (5) lo cual coincide con el tratamiento 1 y 3 en los primeros 20 días. También se registró un aumento en el contenido de cenizas de 7.4 a 13.5% (6). En el caso de las proteínas se observa un aumento significativo conforme al desarrollo del hongo, sobre todo en el segundo muestreo, durante la formación de los primordios. El porcentaje máximo obtenido después de los tratamientos fue de 16.7% en el tratamiento 1 (Bolsa), tomando en cuenta que las pacas contenían también parte de la espiga, se estima que el porcentaje máximo obtenido para la paja es de 6 a 7% aproximadamente lo cual coincide con lo obtenido en otras investigaciones, donde se reporta un 7.3% de proteína en paja tratada con *Pleurotus ostreatus* (6). **Conclusiones.** El contenido de proteínas al final de los tratamientos mostró un aumento significativo, por lo cual este producto podría ser utilizado como alimento balanceado para ganado. En cuanto al contenido de cenizas final fue bastante alto, aun así permanece como una alternativa viable para el uso como combustible en estufas ya que genera gran cantidad de energía.

### Bibliografía.

1. Tavarez M. (1998) Efecto de la refrigeración sobre la viabilidad del micelio de *Pleurotus ostreatus* en diferentes medios de crecimiento. Tesis de licenciatura no publicada, Instituto Tecnológico de Sonora. Cd. Obregón, Sonora, México.
2. Diario Oficial de la Federación. NMX-F-068-S-1980. Alimentos. Determinación de proteínas. Foods. Determination of proteins. Normas Mexicanas. Dirección General de Normas.
3. Diario Oficial de la Federación. NMX-F-066-S-1978. Determinación de cenizas en alimentos. Foodstuff determination of ashes. Normas Mexicanas. Dirección General de Normas.
4. Diario Oficial de la Federación. NMX-F-083-1986. Alimentos. Determinación de humedad en productos alimenticios. Foods. Moisture in food products determination. Normas Mexicanas. Dirección General de Normas.
5. Montañez V. O., García F. E., Martínez G. J., Salinas C. J., Rojo R. R., Peralta O. J., (2008) Use of *Pleurotus pulmonarius* to change the nutritional quality of wheat straw. I. effect on chemical composition. *Interciencia*. Vol. 33, 434-438.
6. Patil S. S., Ahmed A. S., Telang M. S., Baig V. M. M., (2010) The nutritional value of *Pleurotus ostreatus* (Jacq.:FR.) Kumm cultivated on different lignocellulosic agro-wastes. *Innovative Romanian Food Biotechnology* Vol. 7, 66-76.

## ESTABLECIMIENTO DE UN SISTEMA PARA LA PRODUCCIÓN DE LÍNEAS CELULARES RECOMBINANTES DE TABACO CULTIVADAS EN MEDIO LÍQUIDO

David U. Santos-Ballardo<sup>1</sup>, Sergio A. Cervantes-Pérez<sup>2</sup>, Lourdes J. Germán-Báez<sup>3</sup>, Abraham Cruz-Mendivil<sup>3</sup>, Josefina Castillo-Reyna<sup>4</sup> y Angel Valdez-Ortiz<sup>1,3\*</sup>

<sup>1</sup>Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos, FCQB-UAS, <sup>2</sup>Licenciatura en Ingeniería Bioquímica, FCQB-UAS, <sup>3</sup>Programa Regional de Doctorado en Biotecnología, FCQB-UAS.

<sup>4</sup>ITESM, Campus Estado de México. \*e-mail: angelvaldezortiz@yahoo.com.mx

Palabras clave: *Nicotiana tabacum* NT1, suspensión celular, *gusA*.

**Introducción.** En la actualidad, el uso de suspensiones celulares vegetales como sistemas de producción de proteínas recombinantes ha recibido gran atención, debido a que poseen varias ventajas tales como: rendimientos aceptables, consistencia en la calidad del producto, bajo riesgo de contaminación, y la simplicidad en los procedimientos de aislamiento y purificación [1]. El objetivo de este estudio fue establecer un sistema de transformación genética utilizando suspensiones celulares de tabaco.

**Metodología.** Se establecieron suspensiones celulares, utilizando matraces de 250 mL, donde se inocularon 2 g de callo celular de *Nicotiana tabacum* NT1 en 48 mL de medio de crecimiento NT1. Las condiciones de cultivo fueron 26 °C, 150 RPM y oscuridad. El crecimiento y la viabilidad celular se registraron diariamente durante 14 días (d). Las células viables se cultivaron en medio NT1, adicionada con higromicina (2.5, 5.0, 7.5, 10.0, 12.5, 15.0, 20.0 y 25.0 µg/mL) y la dosis letal se determinó después de 25 d. La transformación genética de células en suspensión se realizó mediante el cocultivo (72 h/28 °C) con *A. tumefaciens* (EHA105::pCAMBIA1304) con una DO<sub>600</sub> = 0.6, y la eficiencia de transformación se determinó mediante la regeneración de callos en medio selectivo, análisis histológico de GUS y PCR.

**Resultados y discusión.** La dosis letal obtenida fue a la concentración de 20 µg/mL. Se observó una curva de crecimiento con un comportamiento sigmoidal, con un máximo de crecimiento en el día 11 de cultivo, obteniendo valores de eficiencias de crecimiento mediante una tasa de crecimiento específico de 0.272 d<sup>-1</sup> y un tiempo de duplicación de 2.539 d., valores cercanos a lo reportado previamente para células de tabaco [2]. La cinética de viabilidad mostró una disminución paulatina de porcentaje de células viables, misma que conservó valores de hasta 74% para el día 11 de cultivo, esto puede deberse al incremento en el número de células presentes y al consumo de los nutrientes del medio de crecimiento. En base a estos resultados se eligió el día 11 como el tiempo de cultivo celular para realizar el cocultivo con *A. tumefaciens*. A partir de éste, se obtuvieron 8 líneas recombinantes de células que mostraron resistencia al medio selectivo, para una eficiencia de transformación de 80 %, superior a lo reportado para suspensiones celulares de tabaco [3]. Dichas líneas celulares mostraron expresión estable de *gusA* generando la coloración azul característica después de incubarse con el sustrato X-Gluc; además, la transformación se confirmó mediante PCR, observándose la amplificación de un fragmento (982 pb) del gen *gusA*.

**Conclusiones.** El sistema de transformación utilizado muestra alta eficiencia en la obtención de células transformadas, mismas que mantienen sin afectar sus características de crecimiento, estableciendo así, un sistema eficiente para la obtención de proteínas recombinantes a partir de suspensiones vegetales de tabaco.

### Bibliografía.

1. Huang, T y McDonald, K. (2009). Bioreactor engineering for recombinant protein production in plant cell suspension cultures. *Biochem Eng J.* (45): 168-184.
2. Castillo-Reyna, J y Álvarez, M. (2011). Effect of different agitation systems and protocols on the growth of *Nicotiana tabacum* cells: Comparison of growth kinetics in Erlenmeyer flasks, conventional stirred tanks, and concentrically agitated tank bioreactors. [Mixing in the Production of Biopharmaceuticals. AIChE. Minneapolis, USA, October 19, 546a-546f.](#)
3. Martínez, C, Giuliatti, M y Rodríguez-Talou, J. (2011). Expression of a KDEL-tagged dengue virus protein in cell suspension cultures of *Nicotiana tabacum* and *Morinda citrifolia*. *Plant Cell Tiss Org.* (107): 91-100.

# *CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS*

# *Extensos*

## Validación del método de la NOM-021-ZOO-1995 para la determinación de lindano en camarón por cromatografía de gases

Y.M. Sarmiento Padilla, B. L. Reyes Blanco, A.R. Muñoz Antillo, R. Holguín Soto

Laboratorio de Análisis Especiales. Instituto Tecnológico de Sonora, 5 de Febrero 818 Sur, Col. Centro, Ciudad Obregón, Sonora, México. Email de correspondencia:

[yessika\\_sarmiento@hotmail.com](mailto:yessika_sarmiento@hotmail.com)

*Method validation NOM-021-ZOO-1995 for determination by shrimp lindane in gas chromatography.*

### Abstract

It is a priority of the Mexican government to establish policies that promote food safety through the implementation of risk reduction systems in the units of production and primary processing of food, therefore the governing bodies, National Center for Verification Services Animal Health (CENAPA) and National Health Service, Food Safety and Food Quality (SENASICA) ask the Aquatic Animal Health Committee of the State of Sonora (COSAES) implement the method of the NOM-021-ZOO-1995 for estimating pesticide so the validation of this method is of great importance in order to implement the analysis of samples of this nature. It also handled the reagent blank samples fortified at the following concentrations: 0.0003, 0.05, 0.1, 0.15, 0.2, 0.25 and 0.3 mg/L, each and every one of them analyzed with 7 repetitions, with these values was assessed with the method. For this purpose, parameters such as recovery rates resulting from a 105% detection limit of the method of 0.0003949 mg/L, limit of quantification of the method 0.0003951 mg/L, linear working range 0.0003951 mg/L - 0.2469344 mg/L, 0.97% repeatability, bias 0.0105188 mg/L and uncertainty  $\pm 0.00006$  mg/Kg. It is concluded that this method was validated according to the criteria of comparison.

Key words: *validation, pesticides, lindane, shrimp.*

### Resumen

Es una prioridad del Gobierno Mexicano el establecimiento de políticas que promuevan la inocuidad de los alimentos, mediante la implementación de sistemas de reducción de riesgos en las unidades de producción y procesamiento primario de alimentos, por consiguiente los organismos rectores, Centro Nacional de Servicios de Constatación de Salud Animal (CENAPA) y Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA) piden al Comité de Sanidad Acuícola del Estado de Sonora (COSAES) implementar el método de la NOM-021-ZOO-1995 para la estimación de plaguicidas, por lo que la validación de este método es de gran importancia para poder así aplicarlo al análisis de muestras de ésta índole. Se manejaron además del blanco reactivo muestras fortificadas a las siguientes concentraciones: 0,0003, 0,05, 0,1, 0,15, 0,2, 0,25 y 0,3 mg/L, todas y

cada una de ellas analizadas con 7 repeticiones; con dichos valores se evaluó al método. Para ello se determinaron parámetros como el porcentaje de recuperación resultando de un 105 %, límite de detección del método de 0,0003949 mg/L, límite de cuantificación del método 0,0003951 mg/L, intervalo lineal y de trabajo 0,0003951 mg/L – 0,2469344 mg/L, repetibilidad 0,97%, sesgo 0,0105188 mg/L e incertidumbre  $\pm$  0,00006 mg/Kg. Por lo que se concluye que el presente método fue validado según los criterios de comparación.

Palabras clave: *validación, plaguicidas, lindano, camarón.*

## Introducción

La acuicultura ha sido uno de los sistemas de producción de alimento de más rápido crecimiento en las últimas tres décadas. Esta actividad no solamente se ha expandido sino que también se ha diversificado, intensificado y avanzado tecnológicamente a pasos agigantados, de tal forma que su contribución a la producción de alimentos, generación de divisas, seguridad alimentaria y con ella la inocuidad alimentaria, se ha incrementado de manera altamente significativa (CIAD, 2003). En México la mayor producción de camarón por acuicultura se lleva a cabo en zonas con alta actividad agrícola y en áreas asociadas a industria; por lo que los plaguicidas son considerados como un peligro de contaminación alto (CIAD, 2003), mismos que se acumulan en los tejidos del camarón (Galindo, 2000). Debido a que no existe una Norma Oficial Mexicana que establezca una metodología específica para la extracción de plaguicidas en tejido de camarón, se precisa validar un método cuyo fundamento aplique para dicho análisis. Por lo que el objetivo fue validar el método de análisis de plaguicidas organoclorados en muestras de camarón por cromatografía de gases, para implementarlo según el método de la NOM-021-ZOO-1995.

## Materiales y métodos

La presente investigación se llevó a cabo en el Laboratorio de Análisis Especiales de los Laboratorios del Centro de Servicios de Recursos Naturales; perteneciente a la Dirección de Recursos Naturales, del Instituto Tecnológico de Sonora. El presente método está basado en la norma NOM-021-ZOO-1995, el cual consiste en la obtención de los lípidos por calentamiento a partir del tejido graso; los hidrocarburos clorados son extraídos y purificados por cromatografía en columna, usando como fase estacionaria alúmina parcialmente desactivada y como fase móvil un solvente no

polar adecuado. El eluato obtenido se concentra y una alícuota se inyecta al cromatógrafo de gases con detector de captura de electrones, para realizar la identificación y cuantificación de los plaguicidas organoclorados y de los bifenilos policlorados.

El procesamiento específico de la muestra es el siguiente: Las muestras para plaguicidas deben retirarse del refrigerador y esperar a que estén a temperatura ambiente para proceder a realizar la extracción de los plaguicidas. Licuar la muestra y pesar 25 g en un matraz Erlenmeyer con tapón de baquelita de 1000 mL; agregar 200 mL de una solución 1:1 de acetona-hexano; agitar en un homogeneizador durante una hora; filtrar a través de fibra de vidrio y recibir la solución en un embudo de separación de 250 mL; dejar que las capas se separen y desechar la acetona, recibir el éter en un matraz Erlenmeyer de 250 mL, el cual contiene la grasa; evaporar el solvente en un baño de vapor hasta la obtención de la grasa. Para la preparación de las columnas enjuagar dos veces las columnas cromatográficas de 12x300 mm sucesivamente con acetona grado cromatográfico y bencina de petróleo grado cromatográfico o pesticida; poner un tapón de lana de vidrio en el fondo de la columna y llenarla a  $\frac{3}{4}$  de su capacidad con bencina de petróleo; colocar un embudo de vidrio sobre la columna y adicionar 10 g de alúmina neutra tratada y dejar sedimentar; compactar perfectamente la alúmina, eluir la bencina de petróleo hasta el nivel de la alúmina en la columna. No permitir que se seque, si esto sucediera, desecharla.

Para una adecuada extracción:

1.- Determinar el volumen de elución del solvente requerido, para extraer los hidrocarburos clorados de los lípidos en la muestra, de la siguiente manera:

- a) Disolver 1 mL de la solución de parametoxiazobenceno al 0.3%, en 0.18 a 0.22 g de tejido graso blanco.
- b) Transferir la muestra a una columna preparada, con pequeñas porciones de éter de petróleo, usando en total 5 mL.
- c) Dejar que penetre en la columna, con un flujo de una gota por segundo, colectando el eluato en un matraz.
- d) Llenar la columna con más éter de petróleo y ajustar el flujo a una gota por segundo.

- e) El colorante se separará de la grasa como una banda naranja brillante, la cual puede dispersarse al final de la columna. Cuando la banda ha eluido, mida el volumen que se requirió. Esta es la cantidad usualmente suficiente para eluir los hidrocarburos clorados, separados de la grasa, aproximadamente 65 mL.
- 2.- Pesar de 0.18 a 0.22 g de grasa fundida en un vaso de precipitado de 10 mL, evitando que se solidifique; agregar 4 mL de éter de petróleo.
  - 3.- Correr simultáneamente un blanco de reactivos, que lleva únicamente 4 mL de éter de petróleo.
  - 4.- Transferir las muestras a las columnas, con la bencina de petróleo necesaria, permitiendo que penetren los primeros 5 mL hasta la superficie de la alúmina, cuidando que no seque la columna.
  - 5.- Eluir las muestras con el volumen de elución ya conocido, colectando el eluato en matraces Erlenmeyer de 250 mL, previamente enjuagados con acetona grado cromatográfico y bencina de petróleo, grado cromatográfico o pesticida.
  - 6.- Colocar los matraces en baño de vapor, o usar un rotavapor a 50 °C, concentrar a aproximadamente 3 - 5 mL.
  - 7.- Transferir a matraces volumétricos de 5 mL, enjuagando el matraz en donde se concentró con 3 a 5 mL de éter de petróleo.
  - 8.- Inyectar 1µL en el cromatógrafo de gases, en el orden siguiente: blanco de reactivos, muestras y fortificados.

Para esta investigación se manejaron además del blanco reactivo, muestras fortificadas con lindano, todas y cada una de ellas analizadas con 7 repeticiones; con dichos valores se evaluó al método y la respuesta del equipo utilizado, el cual es el cromatógrafo de gases Varian 3800, equipado con detector captura de electrones; para ello se determinaron parámetros como el porcentaje de recuperación, límite de detección del método, límite de cuantificación del método, intervalo lineal y de trabajo, repetibilidad, sesgo e incertidumbre.

La concentración se calcula relacionando las áreas de las muestras del lote con las áreas de las soluciones patrón utilizando la fórmula siguiente. Los resultados se expresan en mg/L.

$$x = \frac{y + 2878,37638}{7266096,03018}$$

Para el cálculo de concentración final se toma la lectura en mg/L obtenida y se consideran los pasos del proceso de extracción para obtener un factor de dilución. El resultado real de la concentración es el obtenido al multiplicar ambos y se expresa en mg/Kg.

## Resultados y Discusión

Los resultados que se muestran en la Tabla 1, posteriormente se encuentran puntualizados según el parámetro evaluado para la validación.

**Tabla 1.** Resultados obtenidos para cada parámetro de validación.

Parámetro	Fórmula	Valor
Porcentaje de Recuperación	$\%R = \frac{CF - CU}{CA} \times 100$	105 (%)
Límite de Detección	$LoD = X + 3S$	0,0003949 (mg/L)
Límite de Cuantificación	$LoQ = 10S$	0,0003951 (mg/L)
Intervalo Lineal y de Trabajo	$LoQ = 10S$	0,0003951 (mg/L) – 0,2469344 (mg/L)
Repetibilidad	$\%CV = \frac{S}{x} \times 100$	0,97 (%)
Sesgo	$\Lambda = \mu - \tau$	0,0105188 (mg/L)
Incertidumbre	$u_c = \sqrt{(u_{\gamma \text{ Lindano}})^2 + (u_{DER P. Muestra})^2}$	$\pm 0,00006$ (mg/Kg)

### *Porcentaje de recuperación*

Este parámetro se obtuvo promediando el porcentaje de recuperación para cada uno de las siete concentraciones establecidas dentro del rango de trabajo, siendo 105% el resultado calculado. Que en comparación con la NOM-021-ZOO-1995, la cual establece en el desarrollo del método descrito por ésta misma, que el porcentaje de recuperación para plaguicidas organoclorados está en el rango de 80 a 110%; por lo que el resultado obtenido se encuentra dentro de lo establecido.

### *Límite de detección*

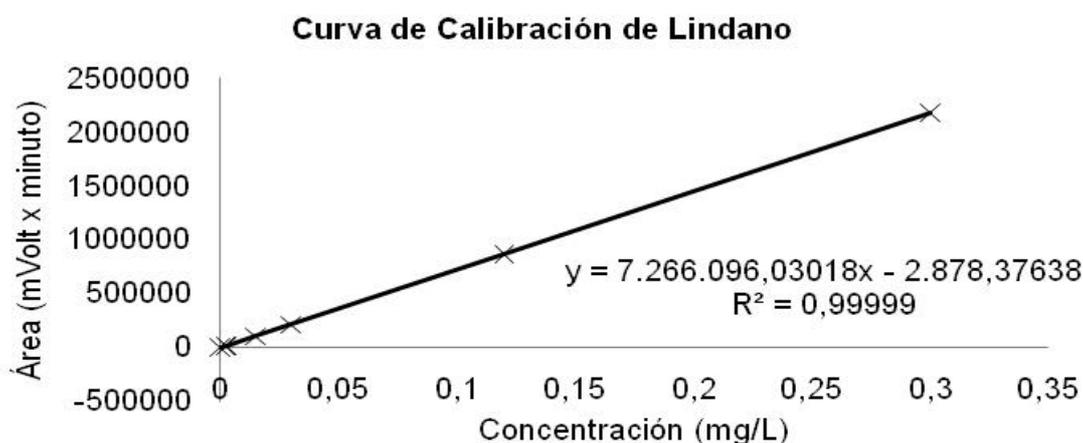
El límite de detección menor se obtuvo analizando los resultados obtenidos para siete muestras fortificadas con la mínima concentración establecida en el rango de trabajo, la cual fue 0,0003 mg/L de Lindano. Estableciéndose como límite de detección la concentración de 0,0003949 mg/L.

### Límite de cuantificación

El presente parámetro se estableció de la misma manera que el límite de detección, utilizando siete muestras fortificadas con la mínima concentración del intervalo de trabajo; obteniendo un límite de cuantificación para éste método de 0,0003951 mg/L.

### Intervalo lineal y de trabajo

El intervalo lineal y de trabajo como se muestra en la Figura 1, fue de 0,0003951 mg/L como punto mínimo; y 0,2469344 mg/L como punto máximo.



**Figura 1.** Curva de calibración de lindano.

### Repetibilidad

El coeficiente de variación de la repetibilidad fue obtenido por la siguiente fórmula:

$$\%CV = \frac{s}{x} \times 100$$

El valor obtenido fue de 0,97%, según la EURACHEM (2005) establece que el coeficiente de variación de repetibilidad debe ser menor a 1,5%; por consiguiente se tiene que éste método puede ser aplicado con seguridad.

### Sesgo en el análisis

La diferencia entre la media límite ( $\mu$ ) y el valor verdadero ( $\tau$ ); es decir,  $\Delta = \mu - \tau$ ; cuyo valor calculado fue 0,0105188 mg/L.

### Incertidumbre

Para la evaluación del presente parámetro se trabajó con una muestra fortificada a una concentración aproximada al límite de detección y cuantificación del método, la cual fue de 0,0004 mg/L.

$$u_{Y_{Lindano}} = \sqrt{(u_{Y_{(x-E)}})^2 + (u_{fd_n})^2 + (u_{fc})^2}$$

En la muestra utilizada para la estimación de la incertidumbre, no fue necesario realizar diluciones debido a que el valor obtenido de la concentración de lindano se encontraba en el intervalo de trabajo; por lo que  $u_{fd_n}$  no fue calculado. De igual manera el  $u_{fc}$  no fue calculado debido a que el método no lo establece. Por lo que el modelo ajustado quedó de la siguiente manera:

$$u_{Y_{Lindano}} = \sqrt{(u_{Y_{(x-E)}})^2}$$

Partiendo de la fórmula anterior se tiene que:

$$u_{Y_{(x-E)}} = \sqrt{u_{Y_x} + u_{Y_{dilMRC}} + u_{Y_B}}$$

A) Respuesta del cromatógrafo según la curva de calibración:

$$u_{Y_x} = \frac{s}{b_1} \sqrt{\frac{1}{p} + \frac{1}{n} + \frac{(Y_{(x)t} - \overline{Y_{MRC}})^2}{S_{xx}}}$$

$$u_{Y_x} = 0.000681$$

B) Material de Referencia Certificado:

$$u_{Y_{dilMRC}} = \sqrt{[(u)_{DERP}]^2 + (u_{DERfd_1})^2 + \dots + (u_{DERfd_n})^2}$$

$$u_{Y_{dilMRC}} = 0.0139$$

C) Valor del Blanco:

$$u_{Y_B} = \frac{S_b}{\sqrt{n}}$$

$$u_{Y_B} = 0$$

Se sustituyó cada valor a la fórmula de  $u_{Y_{Lindano}}$  obteniéndose:

$$u_{Y_{Lindano}} = 0,1880$$

$$\Delta u_c = \sqrt{(u_{y \text{ Lindano}})^2 + (u_{DER P. Muestra})^2}$$

$$u_c = \sqrt{(0,1880)^2 + (0,1670)^2}$$

$$u_c = \sqrt{0,0353 + 0,0278}$$

$$u_c = \sqrt{0,0631}$$

$$u_c = 0,2511$$

El valor obtenido se multiplicó por la concentración de la muestra problema con que se trabajó; siendo este valor de 0,0004 mg/L y el valor obtenido se multiplicó por el factor de cobertura K=2.

$$u_{c,0,0004 \text{ Lindano}} = 0,0002$$

$$[\text{Lindano}] = 0,0004 \pm 0,0002 \frac{\text{mg}}{\text{L}}$$

Con un nivel de confianza aproximadamente del 95%.

Los valores obtenidos convertidos a las unidades correspondientes para la concentración de este plaguicida en camarón, se tiene una concentración por kilogramo de camarón:

$$[\text{Lindano}] = 0,00012 \pm 0,00006 \frac{\text{mg}}{\text{Kg}}$$

Con un nivel de confianza aproximadamente del 95%.

La concentración obtenida de la muestra problema fortificada con el límite de detección, no puede ser comparada con la NOM-004-ZOO-1994 ya que no establece el valor específico para camarón, sin embargo el Codex Alimentarius (2009) reporta una concentración de 0,000 mg/Kg; sin variación hasta los diezmilésimos del valor establecido, por lo que el método resulta adecuado según este parámetro.

## Conclusiones

Con el presente estudio se cumplió con el objetivo de validar el método de análisis de plaguicidas organoclorados por cromatografía de gases, según el método de la NOM-021-ZOO-1995, por lo que se concluye que este método cumple con los parámetros de validación en valores aceptables y debido a los resultados obtenidos puede ser utilizado para la determinación de lindano en muestras de camarón. Cabe destacar que uno de los hallazgos más importantes es el valor de la incertidumbre, debido a que es un parámetro que describe el intervalo dentro del cual es razonablemente verosímil encontrar el valor de la medición; actualmente los laboratorios de ensayo requieren determinar este parámetro para reportar el resultado de una medición y su incertidumbre, es preferible equivocarse suministrando demasiada información en lugar de suministrarla incompleta, además de que la norma ISO/IEC 17025:1999 (2005) lo pide como requisito para los laboratorios de ensayo que quieran acreditarse ante la Entidad Mexicana de Acreditación que es el organismo de acreditación de estos a nivel nacional.

En el proceso de validación y el establecimiento de cada uno de los parámetros de esta misma muestran una variación significativa entre cada plaguicida, por lo que es de recomendarse para posteriores investigaciones, realizar la validación de éste método de la NOM-021-ZOO-1995 para cada uno de los plaguicidas analizados en el laboratorio de análisis.

Es recomendable para la emisión de resultados con incertidumbre, la realización de cálculos correspondientes para cada concentración obtenida en la muestra problema.

## Bibliografía

Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. CIAD. (2003). Manual de Buenas Prácticas de Producción Acuícola de Camarón para la Inocuidad Alimentaria. Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria: México. 95 p.

Codex Alimentarius. (2009). Lista de límites máximos para residuos de plaguicidas. Número 1. Comisión del Codex Alimentarius. Normas Alimentarias FAO/OMS. Italia.

Eurachem. (2005). Métodos analíticos adecuados a su propósito. Guía de Laboratorio para la Validación de Métodos y Temas Relacionados. Segunda Edición. Centro Nacional de Metrología. México. 69 p.

Galindo, R. G. I. 2000. Condiciones Ambientales y de Contaminación en los Ecosistemas Costeros de Sinaloa. Universidad Autónoma de Sinaloa. Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. 158 p.

ISO/IEC-17025. (2005). Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración. 2da. Edición. Organización Internacional de Normalización y Comisión Electrónica Internacional. Suiza.

NOM-004-ZOO-1994. Grasa, hígado, músculo y riñón en aves, bovinos, caprinos, cérvidos, equinos, ovinos y porcinos. Residuos tóxicos. Límites máximos permisibles y procedimientos de muestreo. Dirección General de Normas. México.

NOM-021-ZOO-1995. Análisis de residuos de plaguicidas organoclorados y bifenilos policlorados en grasa de bovinos, equinos, porcinos, ovinos y aves por cromatografía de gases. Dirección General de Normas. México.

## **Evaluación bromatológica y microbiológica de un embutido tipo salchicha de especies marinas de rezaga comercial**

A Félix-Fuentes, AF Chávez-Almanza, AM Rentería-Mexía, R Holguín-Soto, MG Aguilar-Apodaca, N Madrigal-Valdez, P Solís-Bueno, I Campos-González

Instituto Tecnológico de Sonora. 5 de febrero 818 sur, Col. Centro. C.P. 85060. Cd. Obregón, Sonora, México. Tel. (644)4-109000 ext. 1741. email: ana.renteria@itson.edu.mx

Palabras clave: *características fisicoquímicas, microbiología, embutido marino.*

### **Introducción**

A nivel nacional el camarón ocupa el segundo lugar en cuanto a producción pesquera, siendo el estado de Sonora el de mayor aportación. En el año 2006 se cultivaban 55,000 ton de camarón al año, de los cuales se utilizaban 35,750, con desperdicios del 35% (Solís, 2011). Dentro de las diferentes categorías de calidad se encuentra el camarón de pacotilla, el cual no es valorado en el mercado nacional, por lo que puede tener valor agregado utilizándolo en la elaboración de embutidos. El objetivo de la presente investigación fue evaluar la calidad bromatológica y microbiológica de salchichas de camarón de pacotilla y calamar mediante procedimientos normalizados, para determinar si es apta para consumo humano.

### **Material y método**

Proceso de producción de salchicha. Se consideraron cuatro lotes de producción: 5 kg, 20 kg, 50 kg y 75 kg. Se elaboró el producto salchicha tipo Frankfurter incluyendo 40% de camarón de pacotilla crudo, pelado y desvenado (*Litopenaeus vannamei*) y 30.15 % de calamar gigante crudo (*Dosidicus gigas*), así como ingredientes menores, según la formulación previamente establecida por CIAD (2010).

Evaluación bromatológica. Los métodos fueron los establecidos en la AOAC (2000) (tabla 1). El tratamiento de las muestras inició con el picado en una mini picadora Oster modelo 3320; almacenándose en un recipiente de plástico con tapa (capacidad aproximada 250 mL) y se mantuvo en refrigeración a 2°C previo a su análisis por triplicado.

Evaluación microbiológica. Se analizó la materia prima (camarón de pacotilla y calamar) y el producto terminado de cada lote (salchicha), por triplicado. Los métodos empleados para los análisis fueron los recomendados por las Normas Oficiales Mexicanas (tabla 1).

**Tabla 1.** Métodos de evaluación fisicoquímica y microbiológica de salchicha de especies marinas

Parámetro	Referencia
Análisis bromatológico (AOAC, 2000)	
Determinación de humedad	Método 950.46
Determinación de cenizas	Método 920.39
Determinación de grasas	Método 928.08
Determinación de proteínas	Método 938.08
Análisis microbiológico	
Determinación del NMP de coliformes totales	NOM-112-SSA1-1994
Determinación de CTV de coliformes totales	NOM-113-SSA1-1994
Determinación del NMP de coliformes fecales	NOM-112-SSA1-1994
Determinación de CTV de mesófilos aerobios	NOM-092-SSA1-1994
Determinación de CTV de hongos y levaduras	NOM-111-SSA1-1994
Aislamiento e identificación de <i>Vibrio cholerae</i> en 25 g	NOM-031-SSA1-1993
Aislamiento e identificación de <i>Salmonella sp.</i> en 25 g	NOM-114-SSA1-1994
Determinación del NMP de <i>Escherichia coli</i>	NOM-145-SSA1-1994

## Resultados

En la tabla 2 se presentan los resultados del análisis bromatológico del producto terminado, los cuales indican que su calidad es adecuada según lo establecido por la NMX-F-065-1984. Los análisis microbiológicos de las tablas 3 (materias primas

marinas) y 4 (producto terminado), indican que cumplieron con la normatividad microbiológica que rige este tipo de productos. Para los análisis de *Salmonella sp.*, el NMP de *Escherichia. coli* y *Vibrio cholerae*, la ausencia fue en el total de las muestras, lo cual señala su adecuada calidad microbiológica.

**Tabla 2.** Análisis bromatológico de salchicha de especies marinas.

Parámetros	NMX-F-065-1984	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Lote 4
		5 kg	20 kg	50 kg	75 kg
Humedad (%)	Max. 70%	77,9309±	79,4415±	79,0296±	79,7221±
		0,29973	0,13739	0,03493	0,06074
Cenizas (%)	NE	2,0061±	1,7656±	2,3157±	2,1417±
		0,007685	0,1025	0,0693	0,06723
Grasas (%)	Max. 30%	3,9643±	4,0895±	3,2858±	4,7893±
		0,1986	0,02814	0,32051	0,083
Proteínas (%)	Min. 9,5%	10,9671±	9,5047±	9,4689±	9,233±
		0,8708	0,16249	0,13845	0,1609
Carbohidratos (%) (por diferencia)		5,1317	5,1989	5,9001	4,2337

**Tabla 3.** Análisis microbiológico de camarón y calamar como materia prima en la elaboración de salchicha de especies marinas.

Análisis	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
<b>Camarón</b>			
Coliformes totales (NMP/g)	≥1100	200	≥1100
Coliformes fecales (NMP/g) Límite Máximo Permisible 400 NMP/g	0	4	4
Mesófilos aerobios (UFC/g)	3700	13200	3930
Límite Máximo Permisible 10 000 000 UFC/g			
Hongos y Levaduras (UFC/g)	3000	4400	2380
Hongos (UFC/g)	0	0	0
Coliformes Totales (UFC/g)	3410	2640	2230
<b>Calamar</b>			
Coliformes totales (NMP/g)	23	200	9
Coliformes fecales (NMP/g) Límite Máximo Permisible 400 NMP/g	0	0	0
Mesófilos aerobios (UFC/g)	2950	3530	3010
Límite Máximo Permisible 10 000 000 UFC/g			
Hongos y Levaduras (UFC/g)	360	320	220
Hongos (UFC/g)	0	0	0
Coliformes Totales (UFC/g)	80	100	80

UFC- Unidades Formadoras de Colonias y NMP- Numero Más Probable.

**Tabla 4.** Análisis microbiológico de salchicha de especies marinas como producto terminado.

Análisis	Muestra	Lote 1 5 kg	Lote 2 20 kg	Lote 3 50 kg	Lote 4 75 kg
Coliformes totales (NMP/ g)	Muestra 1	0	0	7	0
	Muestra 2	0	0	4	0
	Muestra 3	0	0	0	0
Coliformes fecales (NMP/g)	Muestra 1	0	0	0	0
	Muestra 2	0	0	0	0
	Muestra 3	0	0	0	0
Mesófilos aerobios (UFC/g) Limite Máximo Permisible 150 000 U FC/g	Muestra 1	600	110	920	700
	Muestra 2	380	110	210	340
	Muestra 3	300	130	250	1500
Hongos y Levaduras (UFC/g)	Muestra 1	300	90	80	300
	Muestra 2	210	90	0	240
	Muestra 3	90	20	110	270
Hongos (UFC/g)	Muestra 1	0	0	0	60
	Muestra 2	0	50	0	0
	Muestra 3	0	0	0	50
Coliformes Totales (UFC/g) Limite Máximo Permisible <10 UFC/g	Muestra 1	0	0	0	0
	Muestra 2	0	0	0	0
	Muestra 3	0	0	0	0

UFC- Unidades Formadoras de Colonias y NMP- Numero Más Probable.

## Conclusiones

La calidad bromatológica de la salchicha de camarón y calamar producida es adecuada según la Norma Mexicana NMX-F-065-1984, mientras que su calidad microbiológica cumple con la NOM-093-SSA1-1994, además hubo ausencia de microorganismos *Salmonella sp.*, NMP de *Escherichia coli* y *Vibrio cholerae* en el total de las muestras. Esto permite concluir que el presente embutido cárnico producido con especies marinas de rezaga comercial es un producto de calidad bromatológica y microbiológica competente con las marcas posicionadas en el mercado.

## Referencias

Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C. (2010). Manual tecnológico del producto: salchicha tipo frankfurte de camarón-calamar. Informe técnico del Proyecto FOMIX CONACyT-Gobierno del Edo. de Sonora Clave SON-2008-C01-89083.

Diario Oficial de la Federación. 1984. NORMA MEXICANA NMX-F-065-1984. Alimentos. Salchichas. Especificaciones. Foods. Sausage. Specifications. Normas Mexicanas. Dirección General de Normas.

Diario Oficial de la federación. 1993. NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-031-SSA1-1993, Bienes y Servicios. Productos de la Pesca. Moluscos Bivalvos Frescos-Refrigerados y Congelados. Especificaciones Sanitarias.

Diario Oficial de la Federación.1994. NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-092-SSA1-1994, Bienes y Servicios. Método Para la Cuenta de Bacterias Aerobias en Placa.

Diario Oficial de la Federación. 1994. NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-093-SSA1-1994, Bienes y Servicios. Practicas de Higiene y Sanidad en la Preparación de Alimentos que se Ofrecen en Establecimientos Fijos.

Diario Oficial de la Federación. 1994. NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-111-SSA1-1994, Bienes y Servicios. Método Para la Cuenta de Mohos y Levaduras en Alimentos.

Diario Oficial de la Federación. 1994. NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-112-SSA1-1994, Bienes y Servicios. Determinación de Bacterias Coliformes. Técnica del Número Más Probable.

Diario Oficial de la Federación. 1994. NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-113-SSA1-1994, Bienes y Servicios. Método Para la Cuenta de Microorganismos Coliformes Totales en Placa.

Diario Oficial de la Federación. 1994. NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-114-SSA1-1994, Bienes y Servicios. Método Para la Determinación de *Salmonella* en Alimentos.

Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists (A. O. A. C.). 2000. Vol II. Métodos 950.46, 928.08, 920.39, 938.08. Ed. Helrich, K.; Arlington, VA. USA.

Solís Bueno, Paulina; Evaluación de la Calidad Bacteriológica en Embutido Elaborado a Base de Camarón y Calamar para Determinar su Calidad Sanitaria. Tesis ITSON; Julio de 2011.

## **Producción y caracterización sensorial de un embutido tipo salchicha de especies marinas de rezaga comercial**

AM Rentería-Mexía, R Holguín-Soto, IE Santos Coy-Castro, RE Esquer-Martínez, GI Rivas-Sillas, GL Alvarado-Durán, CM López-Ortega

Instituto Tecnológico de Sonora. 5 de febrero 818 sur, Col. Centro. C.P. 85060. Cd. Obregón, Sonora, México. Tel. (644)4-109000 ext. 1741. email: ana.renteria@itson.edu.mx

Palabras clave: *especies marinas, desarrollo de nuevos productos, productos cárnicos*

### **Introducción**

La actividad pesquera es una gran fuente de recursos económicos en nuestro país. Durante el año 2002, la producción nacional ascendió a \$12,589,702 pesos, del cual 39.87% fue camarón (*Litopenaeus vannamei*), mientras que el calamar gigante (*Dosidicus gigas*) es la segunda especie más importante para el sector pesquero en Guaymas, cuyas capturas registraron ingresos superiores a 360 millones de pesos durante el período 1995-2004 (INFDM, 2005). Estos productos presentan mejor aporte nutrimental que otras especies, especialmente por su alto contenido de proteína y grasa insaturada; sin embargo, su consumo todavía es bajo en nuestro país. Se requiere aprovechar estas especies para el desarrollo de nuevas alternativas alimenticias con mejores características fisicoquímicas y nutrimentales, y costos de producción reducidos (Camou et al., 2010). El objetivo fue caracterizar las propiedades sensoriales de un embutido cárnico tipo salchicha Frankfurter producido con especies marinas de rezaga comercial.

### **Material y método**

Proceso de producción. Se consideraron cuatro lotes de producción de salchicha tipo Frankfurter: 5, 20, 50 y 75 kg, con 40% de camarón de pacotilla (*Litopenaeus vannamei*) y 30.15 % de calamar gigante (*Dosidicus gigas*), así como ingredientes menores, según formulación previamente establecida por CIAD (2010). Se desarrolló la carta descriptiva del producto y el sistema HACCP del proceso.

Evaluaci3n sensorial. Se encuestaron 283 jueces no entrenados del tipo consumidores potenciales, en diversos puntos de la ciudad (Anzaldúa-Morales, 1994). Las muestras se presentaron en rodajas de aproximadamente 1 cm sin aditivo ajeno a su procesamiento, a temperatura de refrigeraci3n y bajo luz del día (Pedrero y Pangborn, 1989). Se evalu3 el perfil de atributos sensoriales (sabor, olor, color y textura) con escala numérica de cinco puntos: 5 muy fuerte, 4 fuerte, 3 regular, 2 poco y 1 nada. Adem3s se evalu3 el nivel de agrado con escala hed3nica verbal y gr3fica de cinco puntos: 5 disgusta mucho, 4 disgusta poco, 3 ni me gusta ni me disgusta, 2 gusta poco, 1 gusta mucho.

## Resultados

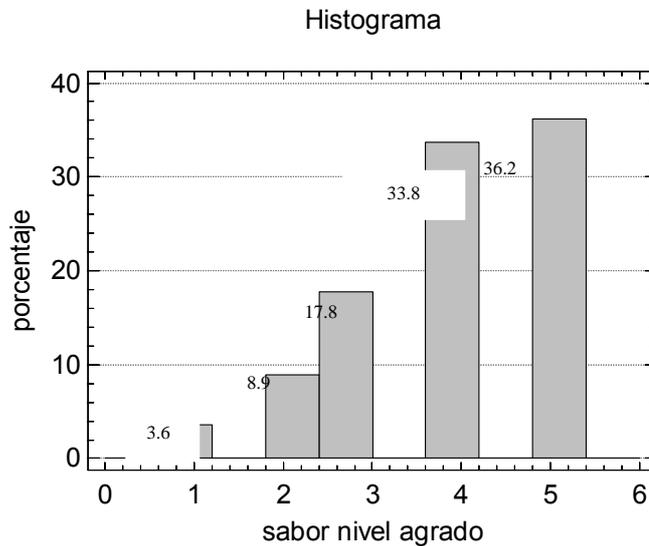
La carta descriptiva defini3 al producto como salchichas cocidas Frankfurter de camar3n y calamar con tamaíno entre 10 a 12 cm de largo y diámetro aproximado de 23 mm. El pH del producto terminado en los diferentes lotes de producci3n oscil3 entre 6.8 y 7.2 y el rendimiento entre 96% y 98% con respecto a los ingredientes mayores (camar3n y calamar).

El perfil de menor y mayor calificaci3n, así como el valor promedio de la categoría com3n/típico de los atributos sensoriales, se muestran en la tabla 1. El sabor y olor detectados principalmente fue camar3n, el color fue rosa p3lido y la textura fue calificada como com3n/típica.

**Tabla 1.** Perfil de los atributos sensoriales de salchicha de especies marinas.

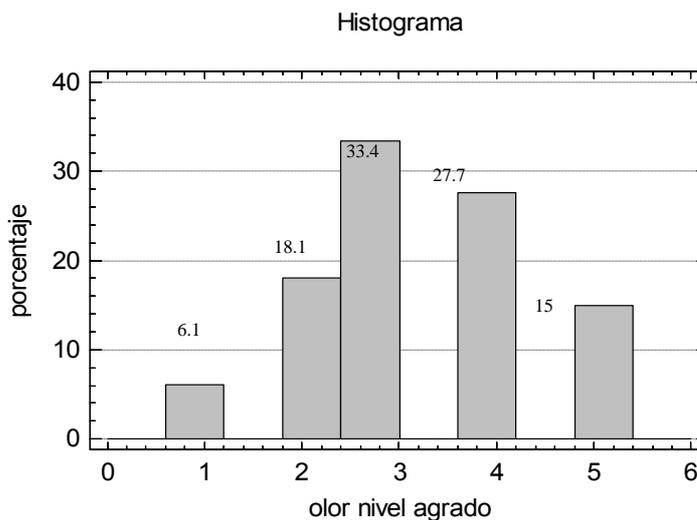
Calificaci3n	Sabor	Olor	Color	Textura
Menor	Insípido	Especies	Café	Arenosa
	1.40389	1.66307	1.16847	1.43629
Com3n/típico	2.41901	2.18143	2.04104	2.91577
Mayor	A camar3n	A camar3n	Rosa p3lido	Com3n/Típica
	3.41253	3.19654	3.39093	2.91577

En el nivel de agrado del sabor destacó la categoría “me gusta mucho” con 36.2% de la población (figura 1), mientras que la figura 2 indica el nivel de agrado del olor, con mayor frecuencia (33.4%) en la categoría “ni me gusta ni me disgusta”.



**Figura 1.** Nivel de agrado del sabor de salchicha de especies marinas por consumidores potenciales.

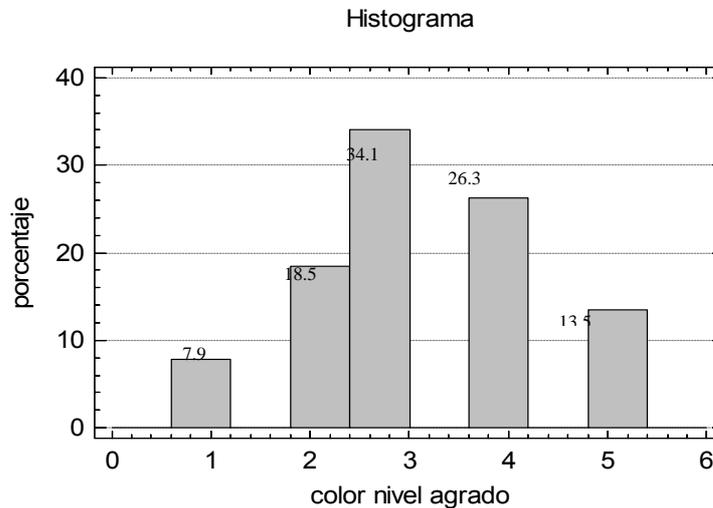
1 disgusta mucho, 2 disgusta poco, 3 ni me gusta ni me disgusta, 4 gusta poco, 5 gusta mucho.



**Figura 2.** Nivel de agrado del olor de salchicha de especies marinas por consumidores potenciales.

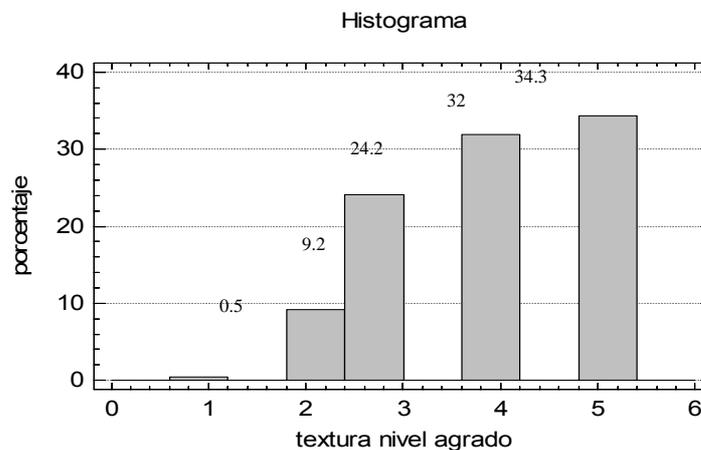
1 disgusta mucho, 2 disgusta poco, 3 ni me gusta ni me disgusta, 4 gusta poco, 5 gusta mucho.

Con respecto al color el valor de mayor frecuencia fue “ni me gusta ni me disgusta” con 34.1%, seguido por “me gusta poco” con 26.3 (figura 3). Respecto al nivel de agrado de textura, la categor3a “me gusta mucho” fue el m3s frecuente con 34.3 %, siguiendo “me gusta mucho” con 32% (figura 4).



**Figura 3.** Nivel de agrado del color de salchicha de especies marinas por consumidores potenciales.

1 disgusta mucho, 2 disgusta poco, 3 ni me gusta ni me disgusta, 4 gusta poco, 5 gusta mucho.



**Figura 4.** Nivel de agrado de la textura de salchicha de especies marinas por consumidores potenciales.

1 disgusta mucho, 2 disgusta poco, 3 ni me gusta ni me disgusta, 4 gusta poco, 5 gusta mucho.

Finalmente en el sistema HACCP del proceso de producción se identificaron tres puntos críticos de control: 1) Adición de ingredientes; 2) Proceso térmico de pasteurización a 73.8°C por 10 min; 3) Inspección para detectar ausencia de partículas metálicas.

## Conclusiones

El desarrollo de nuevos productos cárnicos con proteínas no convencionales permite ofrecer al mercado alternativas de uso para especies marinas de rezaga comercial, como es el caso de salchichas de camarón de pacotilla y calamar. Se caracterizó el perfil de las propiedades sensoriales por consumidores potenciales, siendo calificadas como agradables, permitiendo con ello que este tipo de productos puedan ser consumidos en cualquier época del año, independientemente del tiempo de veda y aprovechando especies de bajo valor comercial.

## Referencias

- Anzaldúa-Morales A. (1994). La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. Edit. ACRIBIA; España. 198 p.
- Camou-Arriola J.P., et al. (2010). Utilización de proteínas no cárnicas en la elaboración de un producto cárnico emulsionado. *Memorias del VII Congreso del Noroeste-III Nacional en Ciencias Alimentarias y Biotecnología*. Universidad de Sonora. Hermosillo, Sonora; Noviembre de 2010. p. 72.
- Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C. (2010). Manual tecnológico del producto: salchicha tipo frankfurte de camarón-calamar. Informe técnico del Proyecto FOMIX CONACyT-Gobierno del Edo. de Sonora Clave SON-2008-C01-89083.
- Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal. 2005. Enciclopedia de los Municipios de México. Estado de Sonora.
- Pedrero D.L., Pangborn R.M. (1989). Evaluación sensorial de los alimentos. Métodos analíticos. Edit. Alhambra Mexicana S.A. de C.V.; México. 251 p.

## Influencia de la temperatura y el oxígeno en la degradación de carotenos en residuos de zanahoria seca y molida, en condiciones de almacenamiento

H. A. García-Mendivil<sup>1</sup>, I. Mondaca-Fernandez<sup>1</sup>, M. M. Meza Montenegro<sup>1</sup>, A. Félix Fuentes<sup>1</sup>, J. J. Balderas Cortés<sup>1</sup>, J. L. Navarrete Bolaños<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias, Instituto Tecnológico de Sonora, 5 de Febrero 818 Sur, CP: 85000, Ciudad Obregón, Sonora, México, e-mail: [iram.mondaca@itson.edu.mx](mailto:iram.mondaca@itson.edu.mx).

<sup>2</sup>Instituto Tecnológico de Celaya, Av. Tecnológico y A. García Cubas S/N A.P.57, Celaya, Gto., México, C.P. 38010. Tel. 01(461) 611 75 75. [lince@itc.mx](mailto:lince@itc.mx)

### Resumen

Los carotenoides son un grupo de pigmentos liposolubles de origen vegetal presentes en el organismo humano, tanto en sangre como en tejidos. Los carotenoides presentes en el organismo se obtienen mediante la dieta (Bauernfeind, 1981). En los alimentos procesados, el mecanismo de oxidación es complejo y depende de muchos factores. El objetivo de la presente investigación es establecer el efecto de la presencia de oxígeno y la temperatura en la velocidad de degradación de carotenoides en residuos de zanahoria seca y molida, para el establecimiento de una estrategia de determinación de vida de anaquel para su conservación a largo plazo. Para realizar el experimento se empacaron muestras de zanahoria, previamente escaldadas, deshidratadas y pulverizadas, en bolsas con cantidades aleatorias de oxígeno y al vacío. La determinación de la concentración de  $\beta$ -caroteno en las muestras se llevó a cabo con el método descrito por Koca (2005). Los análisis se realizaron por triplicado cada semana durante un mes. Los porcentajes de degradación para las muestras almacenadas a  $-11^{\circ}\text{C}$ ,  $3^{\circ}\text{C}$  y  $25^{\circ}\text{C}$  fueron 11.77%, 30.49% y 64.73% respectivamente para las muestras almacenadas con oxígeno, mientras que para las muestras almacenadas al vacío fueron de 4.53%, 6.55 y 11.71%. De acuerdo a estos resultados se concluye que, aunque la temperatura demostró tener una influencia sobre la velocidad de degradación del  $\beta$ -caroteno presente en las muestras de zanahoria seca pulverizada, la presencia de oxígeno tiene un mayor impacto. Se recomienda realizar un estudio de vida de anaquel en muestras conservadas al vacío por un largo periodo de tiempo y un rango de temperaturas más elevado con el fin de conocer la cinética de degradación en dichas condiciones para poder calcular el factor de frecuencia y la energía de activación, que permitirían predecir la velocidad de degradación a cualquier temperatura, mediante la ecuación de Arrhenius.

Palabras clave:  *$\beta$ -caroteno, degradación, temperatura, oxígeno, zanahoria.*

### Introducción

Los carotenoides son un grupo de pigmentos liposolubles de origen vegetal presentes en el organismo humano, tanto en sangre como en tejidos. Los carotenoides presentes en el organismo se obtienen mediante la dieta (Bauernfeind, 1981). Los pigmentos pueden autooxidarse por reacción con oxígeno atmosférico a

velocidades que dependen de la luz, el calor y la presencia de pro- y antioxidantes. El Valle del Yaqui cuenta con un importante productor de zanahoria, el cual genera una gran cantidad de residuos al momento de la cosecha, observando un desperdicio de alrededor de 20 toneladas diarias de producto. Como una forma de disminuir las pérdidas económicas se ha planteado la generación de zanahoria seca a partir de los residuos. Por lo anterior el objetivo de la investigación es establecer el efecto de la presencia de oxígeno y la temperatura en la velocidad de degradación de carotenoides en residuos de zanahoria seca y molida, para el establecimiento de una estrategia de determinación de vida de anaquel para su conservación a largo plazo.

### **Materiales y métodos**

Para realizar el experimento se empacaron muestras individuales en bolsas con cantidades aleatorias de oxígeno y al vacío con el fin de tratar de eliminar el contacto con el oxígeno.

*Escaldado.* Se Introdujeron las zanahorias en agua a 75°C por 10 minutos.

*Secado.* Inmediatamente después del escaldado se rebanaron las zanahorias en rodajas, para después triturarlas. Una vez triturada la muestra se colocaron en bandejas en un secador marca Vortron modelo TR2-1600 a 60 °C por 4 horas.

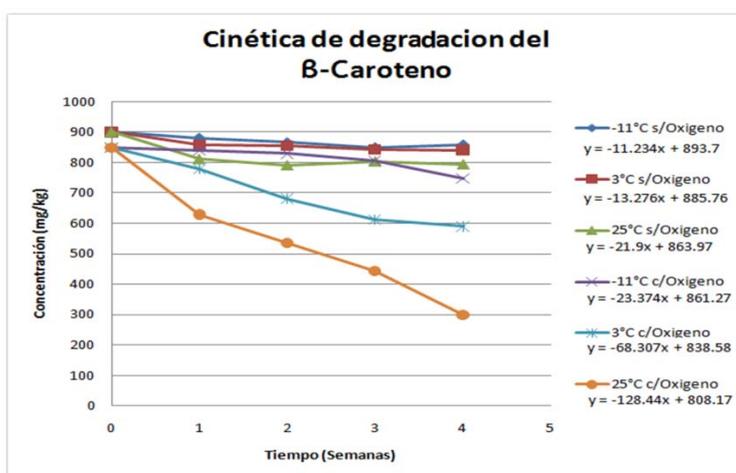
*Empacado.* Una vez obtenida la muestra deshidratada se procedió a pulverizarla en un triturador de café y se obtuvieron sub muestras, las cuales se empacaron en bolsas con aproximadamente 5 g de muestra cada una.

*Determinación de la concentración de  $\beta$ -Caroteno en la muestra.* La determinación de la concentración de  $\beta$ -caroteno se llevó a cabo con el método descrito por Koca (2005) cada semana durante un mes.

### **Resultados y Discusión**

Como puede observarse en la gráfica (figura 1) la velocidad de degradación se vio afectada en mayor medida por las temperaturas más altas, esto pudo deberse a que en las temperaturas más bajas existe una menor energía para llevar a cabo las reacciones de degradación, dicha relación entre temperatura y velocidad de degradación concuerda con los resultados obtenidos por Inazu (1997) y Koca (2005). En la tabla 1 se observa que en las muestras almacenadas al vacío

presentaron una degradación mucho menor a la presentada en las muestras almacenadas con oxígeno, incluso el porcentaje de degradación a 25°C al vacío fue menor que la de -11°C con oxígeno. Esto indica que la presencia de oxígeno tiene un mayor efecto sobre la degradación del  $\beta$ -caroteno contenido en las muestras de zanahoria, lo que confirma que el oxígeno es un factor crucial en la degradación del  $\beta$ -caroteno, según lo describe Goldman (1983) y Neto (1981).



**Figura 1.** Cinética de degradación del  $\beta$ -caroteno.

**Tabla 1.** Cinética de degradación del  $\beta$ -caroteno a diferentes condiciones de almacenamiento.

Tratamiento	Análisis de concentración de $\beta$ -caroteno (mg/kg)					Porcentaje de degradación
	Inicial	1er semana	2da semana	3er semana	Final	
-11°C con Oxígeno	848.333	840.39	829.044	806.35	748.482	11.77%
3°C con Oxígeno	848.333	777.984	681.537	612.322	589.629	30.49%
25°C con Oxígeno	848.333	629.342	536.3	443.257	299.154	64.73%
-11°C sin Oxígeno	900.528	881.238	866.488	850.602	859.68	4.53%
3°C sin Oxígeno	900.528	857.41	856.276	842.66	841.525	6.55%
25°C sin Oxígeno	900.528	812.024	791.6	804.081	795.004	11.71%

## Conclusión

De acuerdo a los resultados obtenidos se concluye que, aunque la temperatura demostró tener una influencia sobre la velocidad de degradación del  $\beta$ -caroteno

presente en las muestras de zanahoria seca pulverizada, la presencia de oxígeno tiene un mayor impacto. Se recomienda realizar un estudio de vida de anaquel en muestras almacenadas al vacío por un largo periodo de tiempo y un rango de temperaturas más elevado con el fin de conocer la cinética de degradación en dichas condiciones para poder calcular el factor de frecuencia y la energía de activación, que permitirían predecir la velocidad de degradación a cualquier temperatura, mediante la ecuación de Arrhenius.

**Agradecimientos.** Programa ITSON-PROFAPI, proyecto No. PROFAPI-00204.

Agrícola DUKE, S.P. R. de R. L.

### Referencias

Bauernfeind, J.C. (ed). Carotenoids as colorants and vitamin A precursors. Academic Press, New York. 1981.

Goldman, M., Horev, B. and Saguy, I. (1983), Decolorization of  $\beta$ -Carotene in Model Systems Simulating Dehydrated Foods. Mechanism and Kinetic Principles. Journal of Food Science, 48: 751–754.

Inazu, T., Maniko Y. (1997), Modelling of Discolouration of Dried Powder of Carrots. Food Research Institute, Kagawa Prefectural Government 587-1, Goto, Takamatsu, Kagawa 761, Japan.

Koca, N., Burdurlu, H. S., Karadeniz, F., *Kinetics of colour changes in dehydrated carrots*. Department of Food Engineering, Ankara University, Ankara, Turkey, 2005.

Neto, R. O. T., Karel, M., Saguy, I. and Mizrahi, S. (1981), Oxygen Uptake and  $\beta$ -Carotene Decoloration in a Dehydrated Food Model. Journal of Food Science, 46: 665–669.

# *Resúmenes*

## CALIDAD MICROBIOLÓGICA Y FÍSICOQUÍMICA DE UNA BEBIDA FUNCIONAL A BASE DE LACTOSUERO DE QUESERÍA

M. Aurora Orduño-Almeida, Jorge L. Zavala-Corrales, Manuel A. Leal-Martínez, y Saul Ruiz-Cruz

Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias. Instituto Tecnológico de Sonora.  
Unidad Nainari. CP 85130. Cd. Obregón, Sonora, México.  
Correo: [aurora16@hotmail.com](mailto:aurora16@hotmail.com)

*Palabras clave: bebida nutritiva, lactosuero, valor nutricional*

**Introducción.** El lactosuero es un subproducto de la separación de la cuajada de la leche durante el proceso de fabricación de la leche y es considerado un problema para la industria quesera por su alto poder contaminante (1). Posee gran valor nutritivo que radica fundamentalmente en su composición, conteniendo 20% del total de proteínas, lactosa, minerales y vitaminas hidrosolubles (2). Por lo que, es considerado como una excelente reserva de proteínas que aún permanecen fuera de los canales de consumo humano (3). Por lo anterior, el **objetivo** del presente trabajo fue desarrollar una bebida a base de lactosuero, adicionado con extractos de hierbas (ginseng, ginkgo biloba, jalea real y cafeína) aceptable para el consumidor.

**Metodología.** Primeramente se elaboraron 4 formulaciones con lactosuero (75, 65, 50 y 40%). Con la adquisición del suero de queso fresco para bebida de 250mL quedo más apropiada a 40% (100mL), se filtró con gasa, tuvo alta pasteurización (HTST, por sus siglas en inglés), filtración con manta, homogeneización de ingredientes: agua 50% (140mL), azúcar 4% (4g), extracto hierbas 2.5% (10mL), zumo de coco y naranja 3.5% (0.75mL), benzoato de sodio 0.1g (0.1%), además el producto se envasó en frascos de plástico de 250mL por 2 meses a 5 °C. Se realizó una prueba sensorial descriptiva con 30 panelistas no entrenados. Se efectuaron análisis microbiológicos por el método vaciado en placa incubadas a una 37 °C durante 24 h; mesófilos aerobios (NOM-092-SSA1-1994), coliformes totales (NOM-113-SSA1-1994) y hongos-levaduras (NOM-111-SSA1-1994). Asimismo, se realizaron análisis fisicoquímicos como humedad (NOM-116-SSA1-1994), fibra cruda (NMX-F-090-S-1978), grasa (NMX-AA-005-SCFI-2000) y proteína (NMX-F-068-D-1980).

**Resultados y discusión.** De acuerdo al análisis arrojado por los panelistas en evaluaciones sensoriales, el 65% de la población encuestada prefirió la formulación con 40% lactosuero. El 65% de la población encuestada prefirió la formulación con 40% de lactosuero. No se encontró presencia de población microbiana en dicho producto. A dicha formulación se le realizaron los análisis fisicoquímicos pertinentes encontrándose un porcentaje de humedad, fibra, grasa y proteína de 93.02, 0.0014, 0.00053 y 5.44% respectivamente. La prueba de aceptabilidad del producto al contar con un 5.44% de proteína permite clasificar en competencia directa con bebidas reconocidas como Gatorade serie G recover® ya que este último cuenta con 8% de proteína.

**Conclusiones.** Considerando los resultados experimentales el producto es apto para consumo humano con resultados microbiológicos inocuos y fisicoquímicos aceptables, resulta ser atractivo por ser un producto innovador de alto valor agregado y 100% natural. Elaborándose así una bebida con características de calidad similares a las comerciales y con ingrediente activo, permitiéndonos con ello obtener una alternativa de consumo del lactosuero.

### **Bibliografía.**

- (1).Engler V. 2003. Reciclando los desechos de la leche. Centro de Divulgación Científica SEGBE-FCEyN. <http://universia.com.ar>. México. 10 Noviembre de 2011.
- (2).Atra, R., Vatai, G., Bekassy-Molnar, E. y Balint, A. 2006. Investigation of ultra- and nanofiltration for utilization of whey protein and lactose. Journal of Food Engineering. 67: 325-332.
- (3).FAO (1997). The impact of the Uruguay Round on tariff escalation in agricultural products: La agroindustria y el desarrollo economico. ESCP No. 3. Roma

## ESTANDARIZACIÓN DE TÉCNICAS DE EXTRACCIÓN PARA DETECCIÓN DE PATÓGENOS VIRALES EN CAMARÓN

Diva January Aldama-Cano, Alba Rocío Ochoa-Meza, Cuauhtémoc Ibarra-Gámez

Instituto Tecnológico de Sonora. Laboratorio de Análisis de Sanidad Acuícola.  
5 de Febrero 818 Sur, Cd. Obregón, Sonora. Tel. 4100900-Ext 2184.  
[jose\\_ibarra@itson.edu.mx](mailto:jose_ibarra@itson.edu.mx).

Palabras Clave: *DNA, cuantificación, extracción*

**Introducción:** Debido a la importancia económica que tiene el cultivo de camarones es imperativo contar con metodologías de detección de patógenos que sean confiables. Teniendo en cuenta la naturaleza de éstos agentes virales es necesario llevar a cabo pruebas de detección y confirmación en caso de sospechar un brote. Una extracción que contenga DNA de calidad y cantidad óptima, permitirá obtener análisis confiables que optimicen los procesos de producción.

**Metodología:** La cantidad mínima de muestra necesaria se determinó, con cantidades que fueron de 10 a 40 mg, mediante el método de extracción de buffer de lisis alcalina que se realizó de acuerdo al Manual de Instrucciones IQ2000™ WSSV Detection and Prevention System<sup>(1)</sup> y se leyó en un espectrofotómetro Genesis V, con lo que se calculó concentración, pureza y cantidad del DNA. Después se realizó PCR y electroforesis para ver la calidad de la misma. La extracción con sílica se hizo de acuerdo a la descrita por Boom en 1990<sup>(2)</sup>. Se realizaron extracciones usando los dos primeros métodos con la cantidad mínima de muestra establecida y se volvieron a medir la concentración, pureza y cantidad de DNA mediante un equipo NanoDrop2000.

**Resultados y Discusión:** Se determinó que la cantidad mínima de muestra para obtener una extracción de DNA de calidad con buffer lisis son 20 mg de acuerdo con lo reportado por Dai (1995)<sup>(3)</sup> y la calidad de las bandas en el gel de electroforesis arrojan resultados similares. En las lecturas referentes a la concentración de DNA las extracciones con sílica fueron más homogéneas en comparación con las de buffer lisis, basándose los resultados obtenidos en las lecturas los cálculos se basaron en los reportados por Kashif en 2003<sup>(4)</sup>.

**Conclusiones:** La calidad y la pureza de la extracción de DNA por medio del método de sílica con una cantidad mínima de muestra de 20 mg es mejor que el obtenido por el método de lisis buffer.

### Bibliografía:

1. IQ 2000™ WSSV Detection and Prevention System. GeneReach Biotechnology Corp.
2. Boom R, Sol CJ, Salimans MM, Jansen CL, Wertheim-van Dillen PM, van der Noordaa J. (1990) [Rapid and simple method for purification of nucleic acids](#). *J Clin Microbiol*. Mar;28(3):495-503.
3. Dai Nakae, Yasushi Mizumoto, Eisaku Kobayashi, Osamu Noguchi, Yoichi Konishi, (1995) Improved genomic/nuclear DNA extraction for 8-hydroxydeoxyguanosine analysis of small amounts of rat liver tissue, *Cancer Letters*, Volume 97, Issue 2
4. Kashif A Haque, Ruth M Pfeiffer, Michael B Beerman, Jeff P Struewing, Stephen J Chanock and Andrew W Bergen (2003) Performance of high-throughput DNA quantification methods *BMC Biotechnology*, 3:20

## IDENTIFICACIÓN DE *Streptococcus spp.* EN CAMARÓN BLANCO *Litopenaeus vannamei* DE GRANJAS DEL SUR DE SONORA, MÉXICO

Ricardo Sánchez Díaz<sup>1</sup>, Martha Elena Quiróz Macías<sup>1</sup>, Cuauhtémoc Ibarra Gámez<sup>1</sup>, Lucio Galavíz Silva<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico de Sonora, 5 de Febrero 818 Sur, Laboratorio de Análisis de Sanidad Acuicola, Edificio Acuicultura. Cd. Obregón Sonora. C.P. 85000. Tel. y Fax 01 (644) 4100900, ext. 2115 y 2184. Correo electrónico: [ricardos\\_d@hotmail.com](mailto:ricardos_d@hotmail.com). <sup>2</sup>Laboratorio de Patología Molecular, Facultad de Ciencias Biológicas, UANL. Av. Universidad s/n, Cd. Universitaria, San Nicolás de los Garza N.L. C.P. 66450. Tel. y Fax 01 (81) 83524425.

Palabras clave: *camarón*, *Litopenaeus vannamei*, *Streptococcus spp.*

**Introducción.** La acuicultura es la actividad agroindustrial de mayor desarrollo a nivel mundial. Sonora representa el primer lugar a nivel nacional en la producción de camarón de cultivo. Sin embargo, la amenaza más grave que presenta esta actividad son las enfermedades provocadas por diversos patógenos, que ocasionan enormes pérdidas económicas. La estreptococcosis es una enfermedad que se creía exclusiva en peces, actualmente existen escasos reportes sobre estreptococcosis en camarón. En Centroamérica la bacteria *Streptococcus spp.* se logró aislar durante una epizootia, siendo catalogada como una enfermedad emergente en la camaronicultura (1).

**Objetivo.** Determinar la presencia de *Streptococcus spp.* en cultivos de camarón blanco *Litopenaeus vannamei* mediante análisis microbiológicos, moleculares y bioensayos; para corroborar su estatus zoonosario en el Sur del Estado de Sonora, México.

**Metodología.** Para el aislamiento de la bacteria, del seno ventral de los camarones se extrajo hemolinfa la cual se sembró por estría en placas de TSA 2% NaCl y se incubó por 24 hr a 37<sup>o</sup> C en aerobiosis. Las bacterias aisladas se sometieron a pruebas de oxidasa, catalasa y tinción de Gram. Se observó el patrón de hemólisis en placas de TSA con 5% Sangre de Cordero (2). Para la identificación de la bacteria se utilizó el kit rapid ID 32 Strep® (Biomerieux) basado en pruebas bioquímicas; y mediante la PCR utilizando el set de primers Universal para *Streptococcus* (3). El aislado identificado se utilizó para realizar bioensayos con camarón y corroborar el Postulado de Koch.

**Resultados y Discusión.** Se obtuvieron colonias redondas blancas en TSA, las cuales resultaron cocos Gram positivos. oxidasa y catalasa negativos, ausencia de hemólisis en agar TSA 5% Sangre de Cordero. El perfil bioquímico que se obtiene con el kit rapid ID 32 Strep® pertenece a *Streptococcus mitis*; el resultado en PCR es positivo para *Streptococcus spp.*, con un amplicón de 207 pb. La bacteria aislada logro infectar a las poblaciones desafiadas. La hemolinfa extraída de organismos moribundos se sembró en placas de TSA 2% NaCl y la bacteria fue recuperada. Los resultados indican que la bacteria es la misma que se aisló y recuperó; esto concuerda con los hallazgos encontrados por Hasson (1), sin embargo con el kit de identificación que utilizó obtuvo el perfil de *S. uberis*.

**Conclusión.** La bacteria *Streptococcus sp.* es considerada por la Organización Internacional de Epizootias como un patógeno emergente en la camaronicultura. Por tal motivo, es importante conocer estos agentes para tomar medidas y acciones pertinentes que resguarden la integridad de esta actividad en el Estado.

### Bibliografía.

1. Hasson K.W., Matheu E., Yaping F., Lingsweiller S.W., Weaver S.J., Cheng J., Varner P.W. 2009. Streptococcosis in farmed *Litopenaeus vannamei*: a new emerging bacterial disease of penaeid shrimp. Texas Veterinary Medical Diagnostic Lab, College Station Texas, USA.
2. Cheng W., Chen J.C. 1998. Isolation and characterization of an *Enterococcus*-like bacterium causing muscle necrosis and mortality in *Macrobrachium rosenbergii* in Taiwan. Dis Aquat Org 34:93–101.
3. Meiri-Bendek I., Lipkin E., Friedmann A., Leitner G., Saran A., Friedman S., Kashi Y. 2002. A PCR-based method for the detection of *Streptococcus agalactiae* in milk. J Dairy Sci 85:1717–1723.

## CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA Y SENSORIAL DE TORTILLA DE MAÍZ ADICIONADA CON HARINA DE NOPAL

Oscar G. Alcantar Félix, Olga N. Campas Baypoli, Dalia I. Sánchez Machado, Jaime López Cervantes

Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias. 5 de Febrero 818 Sur, Cd. Obregón, Sonora, México. Email: [olga.campas@itson.edu.mx](mailto:olga.campas@itson.edu.mx)

Palabras claves: *tortilla, maíz, nopal*

**Introducción.** El consumo *per capita* de maíz en México es de 250 g/día. Los productos elaborados de maíz nixtamalizado son una fuente importante de calorías, proteínas, fibra dietética y calcio especialmente en la población de bajos recursos (1). Adicionalmente, al consumo frecuente de nopal se le atribuyen efectos positivos para la salud, especialmente por su alto contenido de fibra dietética, proteínas y minerales (2). La combinación de maíz y nopal en alimentos de consumo frecuente como la tortilla, es de interés por los aspectos nutritivos que se complementan. El **objetivo** de la presente investigación fue evaluar las propiedades fisicoquímicas y sensoriales de tortillas de maíz adicionadas con harina de nopal, con la finalidad de mejorar su valor nutritivo.

**Metodología.** Se elaboraron tortillas de maíz nixtamalizado adicionadas con harina de nopal al 2%, 3%, 4%, 5% y 6% y se realizó un análisis sensorial para conocer el nivel de agrado. De estos resultados se seleccionaron los niveles de 4% y 6% de nopal para elaborar las tortillas a nivel comercial. Las tortillas fueron evaluadas en cuanto a su rollabilidad, peso, diámetro y contenido de humedad. Además, se determinó el contenido de proteína, lípidos, cenizas y fibra cruda de acuerdo a los métodos oficiales de la AOAC (1984).

**Resultados y discusión.** El nivel máximo de adición de nopal a la harina fue de 6%, después de este nivel las características organolépticas de la tortilla fueron inaceptables. Los parámetros físicos de las tortillas elaboradas a nivel comercial con un 4% y 6% de harina de nopal fueron: un contenido de humedad de 46 a 49%, un diámetro entre 12.4 a 12.6 cm, un peso de 23 a 28 cm y una rollabilidad en un nivel de 1. El contenido de proteínas mostró un rango de 6.4 a 6.9%, las cenizas de 1.4 a 2.6%, los lípidos de 0.97 a 1.2% y el contenido de fibra cruda de 0.75 a 1.2%. Se observó un incremento significativo ( $p \geq 0.05$ ) del 13% y 40% en el contenido de fibra cruda en las tortillas adicionadas con harina de nopal al 4% y 6%, respectivamente, comparadas con las tortillas sin adición.

**Conclusiones.** La adición de harina de nopal a la tortilla de maíz nixtamalizado presentó características fisicoquímicas aceptables, además mejoró nutricionalmente su contenido de fibra cruda.

**Agradecimientos.** Al programa de fomento y apoyo a proyectos de investigación (PROFAPI), del Instituto Tecnológico de Sonora.

### **Bibliografía.**

1. Campas-Baypoli O.N., Rosas-Burgos E.C., Torres-Chávez P.I., Ramírez-Wong B., Serna-Saldívar S.O. (2002). Physicochemical Changes of Starch in Maize Tortillas During Storage at Room and Refrigeration Temperatures. *Starch/Stärke* 54(8), 358-363.
2. López-Cervantes J., Sánchez-Machado D.I., Campas-Baypoli O.N., Bueno-Solano C. (2011). Propiedades funcionais e composição centesimal de farinhas dos cladódios de palma forrageira. *Ciência e Tecnologia de Alimentos* 31(3), 654-659.

## ELABORACIÓN DE BEBIDA A BASE DE GARBANZO

Daniel Villanueva, Francisco Hernández y Claudia Gutiérrez

Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias. Instituto Tecnológico de Sonora. Cd Obregón, Sonora. Tel (644) 410-90-00. Email: daniel\_yao10@hotmail.com, [pancho\\_fco12@hotmail.com](mailto:pancho_fco12@hotmail.com)

Palabras clave: *ácido graso insaturado, stevia, valor agregado.*

**Introducción.** En las últimas décadas se ha producido una serie de cambios en los hábitos y tendencias de consumo en los alimentos, lo que ha propiciado que los diferentes productores de alimentos busquen la manera de desarrollar productos de fácil consumo y que además tengan un valor agregado en su composición (1). El principal componente del garbanzo son los hidratos de carbono, siendo el almidón el más abundante. El aporte proteico es importante con respecto al de las demás legumbres, solo con la deficiencia del aminoácido metionina. Respecto a su contenido en lípidos, el garbanzo si se destaca del resto de las legumbres, sobresaliendo la presencia de ácido oleico y linoleico (ambos insaturados), los cuales tienen la propiedad de ser antiartrítico, antiesclerótico, antiinflamatorio, antialérgico, antidiabético, antiúlcero, hipocolesterolémico, entre otros(2). El presente trabajo se planteó como **objetivo** formular una bebida a base de garbanzo que además de tener un alto grado de aceptación ofrezca excelente propiedades nutritivas

**Metodología.** La bebida fue formulada con una mezcla de grano de garbanzo tostado, leche descremada-deslactosada, canela, pectina, stevia y conservador. En la elaboración se formularon tres tratamientos con diferencias en la concentración de garbanzo: T1: 1.25% T2: 2% y T3: 0.75% . A cada una de ellas se les realizó prueba de aceptabilidad y el más aceptable (T1) por un grupo de panelistas (30) no entrenados se les realizó análisis bromatológicos tales como: proteína (3), lípidos (4) y fibra (5) y microbiológicos tales como: mesófilos aerobios (6), coliformes totales (7) y hongos-levaduras (8).

**Resultados y discusión.** El producto desarrollado presentó valores más altos de proteínas y lípidos (6.94 y 1.8 g/100 g de producto, respectivamente) comparados con 2.1 y 0.6 g/100 g de producto de un producto comercial (café olé). Asimismo, la población microbiana de mesófilos (30 ufc/g), coliformes (ausencia) y hongos-levaduras (7 ufc/g) estuvieron por debajo de los valores especificados en la NOM-218-SSA1-2009 (9), lo cual indica que la bebida elaborada es inocua y no representa riesgo microbiológico alguno para el consumo humano.

**Conclusiones.** Se logró obtener un producto con una adecuada aceptabilidad sensorial, mayor contenido de proteínas comparados con un producto comercial. Por lo que, en base a dichos resultados (sensoriales, microbiológicos, nutrimentales) con un buen nivel nutritivo, precio accesible e inocuo de acuerdo a la comparación con las normas oficiales.

Comparado con otras marcas existentes en el mercado el producto elaborado ofrece mejores cualidades nutritivas.

### Bibliografía

1. Gil A., Ruiz M., (2010), Frutas y productos derivados. En: *“Tratado de nutrición: Composición y calidad nutritiva de los alimentos”*, Panamericana, España, pp. 180-194.
2. Domínguez D., Heiras M., Cano M., Reyes C., Milán J., Garzón J. (2010). Propiedades Tecnológicas y composición química de harinas extrudidas de genotipos de garbanzo pigmentado tipo desi. *VII congreso del noroeste y III nacional de ciencias alimentarias y biotecnología*, Universidad de Sonora, Hermosillo Sonora México.
3. Norma Oficial Mexicana NOM-131-ssa1-1995, bienes y servicios, alimentos para lactantes y niños de corta edad. Disposiciones y especificaciones sanitarias y nutrimentales.
4. NMX-f-089-s-1978. Determinación de extracto etéreo (método Soxhlet).
5. NMX-f-090-s-1978. Determinación de fibra cruda en alimentos. Normas Mexicanas. Dirección general de normas.
6. Norma oficial mexicana NOM-092-SSA1-1994, bienes y servicios. Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa.
7. Norma Oficial Mexicana NOM-113-SSA1 1-1994, bienes y servicios. Método para la cuenta de microorganismos coliformes totales en placa
8. Norma Oficial Mexicana NOM-111-SSA1-1994, bienes y servicios. Método para la cuenta de mohos y levaduras en alimentos.
9. Norma oficial mexicana NOM-218-SSA1-2009, Productos y servicios. Bebidas saborizadas no alcohólicas, sus congelados, productos concentrado para prepararlas y bebidas adicionadas con cafeína. Especificaciones y disposiciones sanitarias.

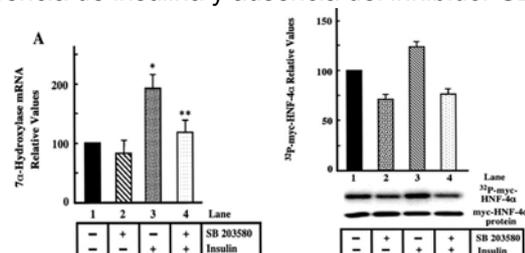
## ACTIVACIÓN DE LA SÍNTESIS DE ÁCIDOS BILIARES POR LA QUINASA p38. SE REQUIERE FOSFORILACIÓN DEL FACTOR NUCLEAR HEPATOCÍTICO 4 $\alpha$ POR LA QUINASA p38 PARA EXPRESIÓN DE 7 $\alpha$ HIDROXILASA

Olga L. Tavares-Sánchez<sup>1,2</sup>, Zhumei Xu<sup>2</sup>, Josephine Fernando<sup>2</sup>, Carmen M. Rodríguez<sup>2</sup> y Gregorio Gil<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias. Instituto Tecnológico de Sonora. Antonio Caso SN. Cd. Obregón, Sonora. <sup>2\*</sup> Responsable: Dept. of Biochemistry and Molecular Biology, Medical College of Virginia at Virginia Commonwealth University, P. O. Box 980614, Richmond, VA 23298-0614. Tel.: 804-828-0140; Fax: 804-828-0144; ggil@vcu.edu.

Palabras clave: *Quinasa p38, 7 $\alpha$ -hidroxilasa, HNF-4 $\alpha$ .*

**Introducción.** El colesterol es un importante precursor de compuestos claves para mamíferos. Sin embargo, la acumulación excesiva de éste es un factor de riesgo para enfermedades cardiovasculares. La síntesis de ácidos biliares (ABs) en el hígado es la ruta predominante para el catabolismo del colesterol, siendo la Colesterol 7 $\alpha$  hidroxilasa/CYP7A1 (7 $\alpha$ -hidroxilasa) la enzima limitante en dicha conversión. Varios receptores nucleares están involucrados en la ruta de síntesis en el hígado; entre ellos el factor nuclear hepatocítico HNF-4 $\alpha$  (1) cuya fosforilación juega un papel determinante en su función (2). Por lo anterior, el objetivo de esta investigación es determinar si la ruta de la quinasa p38 juega un rol en la expresión de 7 $\alpha$ -hidroxilasa y en la síntesis de ABs a través de la acción de HNF-4 $\alpha$ . **Metodología.** Para investigar si la quinasa p38 está involucrada en la expresión de 7 $\alpha$ -hidroxilasa, se midió la expresión de ésta por PCR en tiempo real en presencia de inhibidores químicos de la quinasa (SB202190, SB203580 y el análogo inactivo SB202474). Por otro lado, se decidió evaluar el efecto de la insulina en la expresión de 7 $\alpha$ -hidroxilasa y si este efecto es mediado por la acción de p38 sobre HNF-4 $\alpha$ . Para ello, HPR se incubaron en presencia de insulina y se evaluó la expresión de 7 $\alpha$ -hidroxilasa. Por otro lado, HNF-4 $\alpha$  se sobreexpresó y fosforiló en HPR que fueron tratados con los inhibidores de p38 e incubados en presencia o ausencia de insulina. **Resultados y Discusión.** Los inhibidores de la quinasa p38 disminuyeron la expresión de 7 $\alpha$ -hidroxilasa en un 80% y 90% comparado con el control, así como la actividad del promotor de esta enzima en una manera semejante. La transactivación de 7 $\alpha$ -hidroxilasa mediada por HNF-4 $\alpha$  fue específicamente suprimida por el inhibidor SB202190 pero no por el análogo inactivo. Por otro lado, el nivel de proteína nuclear de HNF-4 $\alpha$  se redujo en los extractos tratados con los inhibidores SB202190 y SB203580. Se confirmó que HNF-4 $\alpha$  es fosforilada y que su fosforilación se previene al menos en un 40% en la presencia de inhibidores de p38. La expresión de 7 $\alpha$ -hidroxilasa se incrementa a las concentraciones de insulina probadas después de 6 hrs. y la fosforilación de HNF-4 $\alpha$  se incrementa significativamente en presencia de insulina y ausencia del inhibidor SB203580 (Fig 1).



**Fig. 1.** A) La expresión de 7 $\alpha$ -hidroxilasa se promueve en presencia de insulina y ausencia del inhibidor de p38. B) Inhibidores de la quinasa p38 previenen fosforilación de HNF-4 $\alpha$  por insulina.

**Conclusión.** La inducción de p38 por insulina resulta en incrementos de la proteína HNF-4 $\alpha$  y una inducción concomitante en la expresión de 7 $\alpha$ -hidroxilasa que es bloqueada cuando se inhibe la ruta de la quinasa p38. Estos estudios muestran un enlace funcional entre la ruta de señalización de p38, HNF-4 $\alpha$  y la síntesis de ABs. **Agradecimiento.** Esta investigación fue apoyada por el Instituto Nacional de la Salud (NIH) a través del subsidio DK065049 (to G. G.).

### Bibliografía.

1. Stroup, D., and Chiang, J. Y. (2000). HNF4 and COUP-TFII interact to modulate transcription of the cholesterol 7 $\alpha$ -hydroxylase gene (CYP7A1). *J. Lipid Res.* 41, 1–11.
2. Violette, B., Kahn, A., and Raymondjean, M. (1997). Protein kinase A-dependent phosphorylation modulates DNA-binding activity of hepatocyte nuclear factor 4. *Mol. Cell. Biol.* 17, 4208–4219.

## EFFECTO DEL TIEMPO DE SECADO QUÍMICO EN LA TEXTURA Y COLOR DE LA MEDUSA BALA DE CAÑÓN (*Stomolophus meleagris*)

Lourdes M. Díaz-Tenorio\*<sup>1</sup>, Jesús M. Álvarez-Gutiérrez<sup>1</sup>, Juan C. Gil-Núñez<sup>1</sup>, Juan C. Ramírez-Suárez<sup>2</sup>, Juan F. Hernández-Chávez<sup>1</sup>, Lorena Tineo-García<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico de Sonora. 5 de Febrero 818 Sur. Col. Centro. C.P. 85000. Cd. Obregón, Sonora. Fax: (644) 4100910. <sup>2</sup>Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo. Carretera a La Victoria km 0.6 C.P. 83304, Hermosillo, Sonora.

[\\*Imdiagt@gmail.com](mailto:*Imdiagt@gmail.com)

Palabras clave: *Stomolophus meleagris*, textura, secado

**Introducción:** El calentamiento global es un problema generado por la contaminación excesiva que nos trae como consecuencia un aumento en la temperatura del agua. Uno de los inconvenientes que tiene este fenómeno es la proliferación de algunas especies, que si bien siempre han existido, cuando se sobrepasa la población normal el equilibrio ecológico del ecosistema se ve modificado, un ejemplo de este problema es la sobrepoblación de medusa bala de cañón (*Stomolophus meleagris*), la cual en los últimos años abunda desde las costas del Mar de Cortés y en el Océano Pacífico (1). La constante demanda de alimentos para humano ha propiciado la búsqueda de nuevas especies para su consumo; estas deben cumplir con las características sensoriales deseadas por el consumidor. En México, la medusa se captura, se decolora y se seca por métodos químicos, lo anterior para ser introducido al mercado asiático. Las metodologías aplicadas se realizan bajo parámetros que se miden sensorialmente, no se tiene documentado el análisis instrumental, ello hace que la calidad del producto final no sea homogénea. El objetivo del presente estudio es analizar instrumentalmente el cambio en color y textura por el tiempo de secado químico.

**Metodología:** En el presente estudio se estudió a la medusa bala de cañón, esta especie fue pescada en las costas de Bahía de Kino Sonora. Al llegar a tierra, las medusas fueron lavadas, desmembradas y colocadas en una solución blanqueadora. Posteriormente con una mezcla de alúmina y NaCl se deshidrataron durante 2, 3 y 6 d. Como control se usaron medusas de recién captura. Se realizaron pruebas de color y textura a medusas frescas y tratadas, previo a cualquier análisis las muestras fueron sometidas a dos lavados con agua. La textura se evaluó tomando como atributo representativo el esfuerzo al corte, el cual fue evaluado usando una celda de corte tipo Warner-Bratzler (2), esto para imitar la mordida humana. Se consideró el primer pico de máxima fuerza de corte requerida para cortar la muestra. El color fue medido con un colorímetro portátil. Los resultados de luminosidad (L), verde-rojo (a) y azul-amarillo (b) se obtuvieron del promedio de tres mediciones aleatorias en el cuerpo de la medusa. Los datos se analizaron estadísticamente por medio de un ANOVA y las diferencias entre tratamientos fueron evidenciadas por medio análisis LSD.

**Resultados y discusión:** En todos los análisis los tratamientos presentaron diferencias significativas comparadas con el control. Entre los tratamientos, no se observaron cambios significativos en el esfuerzo al corte. Una de las funciones de las proteínas es la de ligar agua y ofrecer una textura suave, una vez que el agua es extraída por un proceso de salado las proteínas sufren una transformación en su estructura terciaria, lo cual afecta considerablemente las características de estas, y por ende la textura (3). Respecto a la luminosidad (L) se observa un incremento hasta el día 3 de tratamiento, después de este tiempo no hay variación significativa, esto mismo pasa con el valor de b, no así con el de a, el cuál es diferente en cada tratamiento. Un aumento en el valor "a" relacionado con el tiempo de secado nos indica que el cuerpo de la medusa se torna de color verdosa, perdiendo su tonalidad roja. El valor de "b" mostró una disminución según el tiempo de secado, esto nos indica que el color pierde su valor azul para tornarse amarillo. Lo anterior se traduce en un cambio de tonalidad de azul intenso (original) a un color rosado pálido, el cuál es aceptado por el mercado asiático.

**Conclusiones:** No es necesario llevar a más de 3 d el tiempo de secado, el producto pierde color durante el secado.

**Agradecimientos:** Agradecemos a Comercializadora Isla Tiburón por la donación de las muestras. Y al PROMEP por el financiamiento otorgado para la realización de la presente investigación.

**Bibliografía:** (1) López-Martínez, J. y J. Álvarez-Tello. 2008. Medusa bola de cañón: recurso de exportación. Ciencia y Desarrollo 34: 8-15. (2) Zhang M y Mittal GS. (1993). Measuring tenderness of meat products by Warner Bratzler shear press. J. Food Process. Pres. 17: 351-367. (3) Milewzski, S. (2001). Protein structure and physico-chemical properties. En: Sikorski Z.E. Chemical and functional properties of food proteins. CRC Press. Boca Raton, EUA. 35-56.

## DESARROLLO, VALOR NUTRICIO Y CARACTERISTICAS FUNCIONALES DE BARRITAS ELABORADAS CON MORINGA Y NOPAL, ENDULZADAS CON STEVIA, RELLENAS CON PIÑA NATURAL

Arely Soberanes Ahumada, Ileana I. López Rubio, Iván J. Félix Gutiérrez, Julissa Gpe. Vega Pérez

Instituto Tecnológico de Sonora (ITSON) Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias, Antonio caso s/n Col. Villa ITSON Cd. Obregon Sonora C.P 85130  
[phoebe\\_213@hotmail.com](mailto:phoebe_213@hotmail.com)

*Palabras claves: Barrita, Moringa, Nopal*

### Introducción

Las barras son productos funcionales gracias a los ingredientes agregados como la moringa y el nopal, dicho producto es endulzado con stevia que es un edulcorante natural, haciendo así un producto dirigido a todo tipo de consumidor incluyendo a los consumidores diabéticos debido a que no contiene azúcares refinados. Las barras están elaboradas principalmente de una mezcla de harina, margarina, nopal, moringa, stevia sometidas a un amasado y después a un moldeado en donde se le añade piña natural en trozos y posteriormente se pasa a un tratamiento térmico y finalmente a su envasado.

### Metodología

Se desarrollaron 3 formulaciones de barras: 1 formulación 15 gr de nopal, 15 gr de moringa, 20 gr de stevia; 2 formulación 5 gr de nopal, 5 gr de moringa, 10 gr stevia; 3 formulación 10 gr de nopal, 10 gr de moringa, 15 gr de stevia. Fórmula típica: 400 gr de harina de trigo, 6 gr de polvo para hornear, 184 gr de piña, 48 gr de jugo de piña, 154 gr de margarina y 104 gr de huevo. Se realizó la evaluación sensorial por prueba afectiva. Se realizaron los análisis bromatológicos para la determinación del contenido de fibra por el método de fibra cruda; se calculó nitrógeno total por el método de Kjeldahl multiplicándose por el factor de conversión (5.7) para proteínas; la determinación de lípidos se determinó por el método de Soxhlet; se determinó el contenido de minerales por el método de cenizas.

### Resultados y discusión.

En la tabla 1 se presentan los resultados de los análisis bromatológicos efectuados al producto terminado.

**Tabla 1.** Resultados de análisis bromatológicos

Análisis bromatológicos	Porcentaje
Proteína	1.38
Fibra	0.25
Ceniza	3.48
Lípidos	1.79

### Conclusión

Este producto es apto para todo tipo de consumidor ya que no representa un riesgo para personas diabéticas debido a que se utiliza un edulcorante natural y al mismo tiempo resulta atractivo para consumidores de todas las edades ya que contiene un rico relleno de piña.

### Bibliografía

- 1) NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-147-SSA1-1996, BIENES Y SERVICIOS. CEREALES Y SUS PRODUCTOS.
- 2) Rodríguez Gonzales, H. 2007. Comportamiento de cultivo de *Stevia rebaudiana* Bertoni en cuba.

## ELABORACION DE MALTEADA A BASE DE HORTALIZAS UTILIZANDO BETABEL Y ZANAHORIA

Claudia E. Casillas Torres, Ismael Córdova Morales, Germán Castelo Gutiérrez, Mario A. Cedillo Arenas y Saúl Ruiz Cruz.  
Instituto Tecnológico de Sonora (ITSON). Departamento de Biotecnología y Ciencias alimentarias, Antonio caso s/n. Col. Villa ITSON. Cd. Obregón Sonora. C.P. 85130  
casillas.lta@hotmail.com

*Palabras claves: Malteada, Betabel, Zanahoria.*

### Introducción

El Batido de leche (malteada) es una bebida elaborada a base de leche, frutas, chocolate, turrón y helado. Entre los principales ingredientes para su elaboración, se encuentra el chocolate, la vainilla, las frutas y el azúcar que ayudan a darle un sabor y coloración característica, lo que le permite ser de un gusto agradable para el paladar de los consumidores (1). Tomando en cuenta estas características fue el objetivo del presente trabajo elaborar una bebida tipo malteada de betabel y zanahoria.

### Metodología

La zanahoria y el betabel fueron rayados y deshidratados en un secador por aspersión de aire caliente a 60°C por 6h, seguidos de una molienda para pasar al mezclado con los ingredientes: zanahoria, betabel, leche, espesante y azúcar, se envasó en envase de plástico al vacío y se almacenaron durante 15 días a 5° C, se evaluó la aceptabilidad, los parámetros fisicoquímicos de proteína, grasa y carbohidratos y la población microbiana tales como coliformes totales (2) mesófilos aerobios (3) hongos y levaduras (4).

### Resultados y discusión de resultados

La evaluación sensorial a 50 participantes no entrenados 82%, 79%, 88% y 52% de aceptación en los atributos de color, textura, sabor, sabor y olor respectivamente. El análisis proximal de proteína, carbohidratos y grasa se obtuvo 9.87%, 13.75%, 9.84%, respectivamente. Comparando con un producto similar Herbalife® su contenido de proteína, grasa, y carbohidratos resalta ser más elevado por los ingredientes. De acuerdo a la población microbiana mesófilos (20 UFC/g), coliformes (ausencia) y hongos y levadura (15 UFC/g), según la NOM-185-SSA1-2002 (5) es aceptable ya que los resultados obtenidos se encuentran dentro de los parámetros establecidos.

### Conclusión

Se obtuvo una malteada sensorialmente aceptable por 15 días almacenados a 5° C. Resultando un producto con un valor nutricional menor que uno ya existente en el mercado.

### Bibliografía

- 1.- Hernández Maceras D. (2004). Arte de cocina. 3ª Edición. Editorial Maxtor. Zaragoza España Pp.: 83,84.
- 2.- NOM-113-SSA1-1994 Bienes y servicios. Método para la cuenta de microorganismos coliformes totales en placa
- 3.- NOM-092-SSA1-1994 Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa.
4. NOM-111-SSA1-1994, Bienes y Servicios. Método para la Cuenta de Mohos y Levaduras en Alimentos.
- 5.-NOM-185-SSA1-2002, Productos y servicios. Mantequilla, cremas, producto lácteo condensado azucarado, productos lácteos fermentados y acidificados .Dulces a base de leche. Especificaciones sanitarias.

## ELABORACIÓN DE UN PANQUÉ INTEGRAL ADICIONADO CON CHÍA

Asami Flores, Carla Valenzuela, Jaime León

Instituto Tecnológico de Sonora, Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias,  
Av. Antonio Caso S/N, Col. Villa Itson, Cd. Obregón Son., CP 85000 Correo:  
[jaime\\_jalq@hotmail.com](mailto:jaime_jalq@hotmail.com)

*Palabras clave: panqué, integral, fibra.*

**Introducción.** El pan es uno de los alimentos más completos de que dispone la humanidad para su consumo y es muy bien asimilado por el organismo (1). Este ha adquirido en los últimos años una notable importancia dietética, ya que numerosas investigaciones han resaltado la importancia de la fibra en la alimentación, siendo la harina integral y la chía, ricas en fibra. Las propiedades físicas de la fibra presente, tiene un papel importante en el fenómeno biológico de la digestión (2). Por lo que el **objetivo** del presente trabajo fue elaborar un panqué integral adicionado con chía.

**Metodología.** Se desarrollaron 4 formulaciones de panqué de los cuales se determinó la formulación final mediante la realización de una evaluación sensorial por prueba descriptiva de calificación de escalas de intervalo de 5 puntos para la medición de los atributos del panqué (3). De la formulación aceptada se tiene una concentración de chía al 3%. Se elaboró el panque, se envasó en bolsas de celofán y se almacenó por 15 días a temperatura ambiente. A intervalos de una semana, se tomó muestra para realizar el conteo microbiano (mesófilos, coliformes totales, mohos-levaduras y mohos) y análisis proximal (proteína, fibra cruda y humedad) mediante las metodologías de las normas oficiales mexicanas (NOM).

**Resultados y discusión.** La evaluación sensorial reveló una gran aceptación en la prueba descriptiva de calificación de escalas de intervalo de 5 puntos. El contenido de fibra cruda, proteína y humedad fue de 7.5, 13.9 y 41%, respectivamente. Estos valores están por arriba en lo que respecta a proteína y fibra cruda en productos similares en el mercado. Después de 10 días de almacenamiento se encontró una población de 15, 10 UFC/g de mesófilos aerobios, mohos y levaduras-mohos, respectivamente. No se encontró población de coliformes totales. Dichos resultados están dentro de las especificaciones establecidas por la NOM-147-SSA1-1996 (4) para cereales y sus productos.

**Conclusiones.** Se logró obtener un producto sensorial y microbiológicamente aceptable por al menos 10 días de almacenamiento. Asimismo, por su alto contenido en fibra, proteína y bajo contenido calórico puede ser un excelente postre para personas que quieren cuidar su peso, así como para el público en general.

### **Bibliografía.**

- (1) Bennion, E. B. (1970). Capítulo 2. En: *Fabricación de Pan*. Editorial ACRIBIA, S.A., España. Página 18.
- (2) Quaglia, G. (1991). Capítulo 5. En: *Ciencia y tecnología de la panificación*. Editorial ACRIBIA, S.A., España. Página 456.
- (3) Anzaldúa-Morales, A. (2005). Capítulo 4. En: *La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y en la práctica*. Editorial ACRIBIA, S. A., España. Página 67, 68.
- (4) Diario Oficial de la Federación. (1996). Norma Oficial Mexicana NOM-147-SSA1-1996, Bienes y servicios. Cereales y sus productos. Harinas de cereales, sémolas o semolinas. Alimentos a base de cereales, de semillas comestibles, harinas, sémolas o semolinas o SUS mezclas. Productos de panificación. Disposiciones y especificaciones sanitarias y nutrimentales.

## PERMEABILIDAD AL VAPOR DE AGUA DE PELÍCULAS DE QUITOSANO–ALOE CON ACEITE DE TÉ DE ÁRBOL INCORPORADO

Flores Roldán Martha Maria<sup>1</sup>, López Mata Marco Antonio<sup>1\*</sup>, Ruiz Cruz Saúl<sup>1</sup>, Ornela Paz José de Jesús<sup>2</sup>, Cira Chávez Luis Alberto<sup>1</sup>, Estrada Alvarado María Isabel<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias. Instituto Tecnológico de Sonora, 5 de Febrero 818 Sur, CP 85000, Cd. Obregón, Sonora, México, Tel. 01(644) 410-9000 ext. 2106. \*[antonio.lopez@itson.edu.mx](mailto:antonio.lopez@itson.edu.mx)

<sup>2</sup>Laboratorio de Fitoquímicos y Nutrientes, Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. (CIAD), Av. Ríos Conchos S/N Parque Industrial, Cd. Cuauhtémoc, Chihuahua, México.

*Palabras clave: Películas comestibles, Aloe vera, permeabilidad al vapor de agua.*

**Introducción.** En la actualidad se ha incrementado la búsqueda de nuevos recubrimientos comestibles de origen natural. Una de estas alternativas han sido las películas comestibles de quitosano, pero el quitosano tiene una alta permeabilidad al vapor de agua (PVA), lo cual, limita su aplicación en alimentos con alto contenido de humedad. Aunque existen algunos modelos de películas comestibles a base de combinaciones de matrices lipídicas, proteicas y de carbohidratos que han intentado mejorar la PVA. Hasta hoy en día, no se ha reportado la utilización del gel de *Aloe vera* como matriz formadora de película en combinación con el quitosano e incorporación de aceites esenciales (1).

**Objetivo.** Evaluar la PVA de películas de quitosano-gel *Aloe* con aceite de té de árbol incorporado.

**Metodología** Se elaboraron soluciones de quitosano al 2.0% (p/v) y se incorporó aceite de té de árbol a concentraciones de 0.25, 1.0 y 1.5 % (v/v). Posteriormente, se adicionó la matriz del gel de *A. vera* en proporciones (1:1) con respecto a la solución de quitosano. Todas las soluciones fueron decantadas de manera independiente en una caja Petri y se llevó a sequedad a 35°C por 24 horas hasta la formación de la película. Durante el estudio se elaboraron dos películas control, una de quitosano solo y quitosano-*Aloe*. Una vez formada las películas, se midió el grosor y la PVA en base al método gravimétrico reportado por la ASTM-E96-92 (2).

**Resultados y discusión** Se encontró un aumento significativo de la PVA en las películas de quitosano-*Aloe* ( $4.28 \pm 0.09$  g-mm/m<sup>2</sup>-h-kPa) con respecto a la película de quitosano solo ( $1.64 \pm 0.05$  g-mm/m<sup>2</sup>-h-kPa). La incorporación del aceite de té de árbol a las películas de quitosano-*Aloe* a concentraciones de 0.25% ( $4.08 \pm 0.04$  g-mm/m<sup>2</sup>-h-kPa) y 1.0% ( $4.19 \pm 0.09$  g-mm/m<sup>2</sup>-h-kPa) no provocaron cambios significativos en la PVA de la película quitosano-*Aloe* ( $p > 0.05$ ). Por otro lado, la incorporación del aceite de té de árbol al 1.5% ( $4.65 \pm 0.07$  g-mm/m<sup>2</sup>-h-kPa) aumentó la PVA con respecto a las películas control de quitosano-*Aloe* y quitosano solo ( $p < 0.05$ ). El aumento en la PVA pudo deberse a una interacción entre el quitosano y el glucomanano (hidrofilico) contenido en el gel de *Aloe* (3).

**Conclusiones** Las películas de quitosano-*Aloe* aumentaron la PVA con respecto a la película de quitosano solo y la incorporación de aceite esencial de té de árbol no disminuyó la PVA.

**Agradecimientos.** A PROMEP, especialmente al proyecto ITSON-PTC-056.

### Bibliografía

1. Serrano, M., J.M. Valverde, F. Guillén, S. Castillo, D. Martínez-Romero y Valero D. (2006). Use of *Aloe vera* gel coating preserves the functional properties of table grape. *J Agric Food Chem.* 54: 3882-3886.
- 2.- Guillard, V.; Brorat, B.; Bonazzi, C.; Guilbert, S. y Gontard, N. (2003). Preventing moisture transfer in a composite food using edible films: experimental and mathematical study. *J Food Sci.* 68 (7), 2267-2277.
- 3.- Ferraro, G. M. (2009). Revisión de la *Aloe vera* (*Barbadensis* Miller) en la dermatología actual. *Rev Argent Dermatol.* 90, 218-223.

## SOLUBILIDAD Y TRANSPARENCIA DE PELÍCULAS COMESTIBLES DE QUITOSANO CON ACEITE DE CANELA INCORPORADO

López-Mata Marco Antonio<sup>1\*</sup>, Flores-Roldán Martha María<sup>1</sup>, Ruiz-Cruz Saúl<sup>1</sup>, Ornelas-Paz José de Jesús<sup>2</sup>, Cira-Chávez Luis Alberto<sup>1</sup>, Estrada-Alvarado María Isabel<sup>1</sup>

<sup>1\*</sup> Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias. Instituto Tecnológico de Sonora, 5 de Febrero 818 Sur, CP 85000, Cd. Obregón, Sonora, México, Tel. 01(644) 410-9000 ext. 2106. [antonio.lopez@itson.edu.mx](mailto:antonio.lopez@itson.edu.mx). <sup>2</sup> Laboratorio de Fitoquímicos y Nutrientes, Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. (CIAD), Av. Ríos Conchos S/N Parque Industrial, Cd. Cuauhtémoc, Chihuahua.

*Palabras clave: solubilidad, película comestible, transparencia*

**Introducción.** El quitosano es un copolímero biodegradable, no tóxico, biocompatible y filmogénico. En el área alimenticia, los recubrimientos comestibles de quitosano se han aplicado en productos hortícolas con la finalidad de prolongar su vida útil. Pero su aplicación en productos alimenticios con contenido de humedad alto se ve limitada por su permeabilidad al vapor de agua y su elevada solubilidad en forma de película. Previamente se ha reportado que el quitosano en polvo es menos soluble en agua, que la película formada a partir de él (1). Probablemente esto se deba a la protonación del quitosano al momento de disolverlo en ácidos orgánicos. Es importante aprovechar la biocompatibilidad que tiene el quitosano con otros compuestos bioactivos, como los aceites esenciales, que por su naturaleza hidrofóbica podrían disminuir la solubilidad de las películas de quitosano (PQ), pero a la vez podría crear películas más opacas.

**Objetivo.** Evaluar la solubilidad y transparencia de películas a base de quitosano con aceite de canela (AC) incorporado.

**Metodología.** Se preparó una solución de quitosano, disolviendo 2 g de quitosano en 100 mL de ácido acético (1% v/v). Posteriormente se incorporó el AC hacia la solución en concentraciones de 0 (control), 0.5%, 1.0% y 1.5% (v/v) y posteriormente se decantó en cajas Petri de vidrio y se dejó reposar durante 24 h a 37 °C. El grosor de las PQ se midió con un vernier, la transparencia se determinó espectrofotométricamente y la solubilidad se determinó en base a lo establecido por Jutaporn y col. (2).

**Resultados y discusión.** La incorporación del AC a la PQ disminuyó significativamente su solubilidad hasta en un 35 a 40% comparado con el control ( $p < 0.05$ ). Respecto a la transparencia se encontró que la incorporación de AC a concentraciones de 1.0% a 1.5% a las PQ aumentan la transparencia en 1 a 5% respectivamente ( $p < 0.05$ ). Tanto en la transparencia como en la solubilidad las características mejoraron conforme se aumentó la concentración de AC hacia la PQ. La disminución de la solubilidad pudo deberse a una reorganización entre la molécula de quitosano y el AC que probablemente pudo haber modificado la porción hidrofóbica de la PQ (3).

**Conclusiones.** La incorporación de AC hacia la PQ disminuye la solubilidad hasta en un 40% y aumenta su transparencia.

**Agradecimientos.** A PROMEP, especialmente al proyecto ITSON-PTC-056.

### Bibliografía

1. Casariego, A., Souza, B. W. S., Cerqueira, M. A., Teixeira, J. A., Cruz, L., Díaz, R. y Vicente, A. A. (2009). Chitosan/clay films' properties as effect by biopolymer and clay micro/nanoparticles' concentrations. *Food Hydrocolloids* (23):1895-1902.
2. Jutaporn, C. T., Suphitchaya, C. y Thawien, W. (2011). Antimicrobial activity characteristic of edible films incorporated with Phayom wood (*Shorea toluera*) extract. *Inter Food Res J.* (18): 39-54.
3. Carneiro-da-Cunha, M. G., Cerqueira, M. A., Souza, B. W. S., Souza, M. P., Teixeira, J. A. y Vicente, A. A. (2009). Physical properties of edible coating and film made with a polysaccharide from *Anacardium occidentale* L. *J Food Eng.* (95): 379-385.

# *ÁREAS EMERGENTES*

# *Extensos*

## Evaluación de la calidad del agua en una institución educativa de nivel superior

R. Rodríguez-Ramírez<sup>1\*</sup>, G.T. Núñez-Castanedo<sup>1</sup>, R.D. Aragón-López<sup>1</sup>, I. Mondaca-Fernández<sup>2</sup>, J.J. Balderas-Cortés<sup>2</sup>, E. Guzmán-Fierros<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Laboratorio de Análisis de Agua, Suelo y Trazabilidad de los Alimentos, Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias, Instituto Tecnológico de Sonora.

<sup>2</sup> Instituto Tecnológico de Sonora, Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias. 5 de Febrero y Chihuahua, Edificio DIEP Campus Centro, Cd. Obregón, Sonora 85000, México.

\*Autor para correspondencia:

[roberto.rodriguez@itson.edu.mx](mailto:roberto.rodriguez@itson.edu.mx); Tel: +52-644-4109000 ext. 2136

### Resumen

Por lo general, la calidad del agua se determina comparando las características físicas y químicas de una muestra de agua con unas directrices de calidad o estándares de referencia. En el caso del agua potable, las normas se establecen para asegurar un suministro de agua limpia y saludable para el consumo humano. Estas normas se basan normalmente en unos niveles de toxicidad científicamente aceptables tanto para los humanos como para los organismos acuáticos. El objetivo del presente trabajo fue evaluar los sistemas de purificación (filtros) y contenedores del agua en una institución educativa para uso y consumo humano bajo la Normatividad Mexicana para lograr dicho objetivo se analizaron un total de 38 muestras de agua para consumo humano en una institución educativa de nivel superior, las muestras fueron tomadas de los filtros de purificación que abastecen a los contenedores de la institución, así como de estos mismos. Al total del número de muestras se les realizaron análisis correspondientes de las normas oficiales: NOM-127-SSA1-1994; NOM-201-SSA1-2002; NOM-230-SSA1-2002 relacionadas con la calidad del agua. Los resultados demostraron que del total de las muestras analizadas obtenidas en los filtros de purificación como en los contenedores para consumo, quedaron dentro de rangos establecidos para cada parámetro. Se puede decir que la institución mantiene y cumple con la normatividad dispuesta en materia relacionada con sistemas ambientales para agua y consumo humano

Palabras clave: *calidad del agua, normatividad, consumo humano*

### Introducción.

La calidad del agua se refiere a las características físicas, químicas y biológicas de los cuerpos de agua superficiales y subterráneos, estas características afectan la capacidad del agua para sustentar tanto a las comunidades humanas como la vida vegetal y animal ([www.cerc.org/](http://www.cerc.org/); UNESCO, 2008). La salud de los seres humanos, la vida silvestre y los ecosistemas dependen de los suministros adecuados de agua

limpia, sin embargo, a medida que las poblaciones crecen y se expanden hacia zonas antes no urbanizadas, los gobiernos enfrentan cada vez mayores dificultades para asegurar la calidad del agua ([www.un.org/waterforlifedecade](http://www.un.org/waterforlifedecade)).

La calidad de cualquier masa de agua, superficial o subterránea depende tanto de factores naturales como de la acción humana. Sin la acción humana, la calidad del agua vendría determinada por la erosión del substrato mineral, los procesos atmosféricos de evapotranspiración y sedimentación de lodos y sales, la lixiviación natural de la materia orgánica y los nutrientes del suelo por los factores hidrológicos, y los procesos biológicos en el medio acuático que pueden alterar la composición física y química del agua ([www.cerc.org/](http://www.cerc.org/); UNESCO, 2008).

Por lo general, la calidad del agua se determina comparando las características físicas y químicas de una muestra de agua con estándares o directrices de calidad con base a normatividad, en el caso del agua potable, estas normas se establecen para asegurar un suministro de agua limpia y saludable para el consumo humano y, de este modo, proteger la salud de las personas (DOF, 1994; UNESCO, 2008; [www.un.org/waterforlifedecade](http://www.un.org/waterforlifedecade) ).

Estas normas se basan normalmente en unos niveles de toxicidad científicamente aceptables tanto para los humanos como para los organismos acuáticos (DOF, 1994; UNESCO, 2008). El objetivo del presente trabajo fue evaluar los sistemas de purificación (filtros) del agua dentro de una institución educativa para uso y consumo humano bajo la normatividad Mexicana y con esto poder determinar si dichos sistemas se encuentran en estado adecuado o cumplen para poder obtener una agua con calidad suficiente para consumo del personal de la institución educativa.

## **Material y métodos**

Se analizaron un total de 38 muestras de agua para consumo humano en una institución educativa de nivel superior, donde a su vez está dividida en dos unidades (A, B), las muestras fueron tomadas de los filtros de purificación de cada unidad que abastecen a los contenedores de la institución, así como de estos mismos.

Al total del número de muestras se les realizaron los análisis correspondientes de las normas oficiales: NOM-127-SSA1-1994 (DOF, 1994); NOM-201-SSA1-2002 (DOF, 2002); relacionadas con la calidad del agua, donde los parámetros fueron, pH, Conductividad eléctrica (C.E), Sólidos Disueltos Totales (STD), Sulfatos, Cloruros, Dureza Total (DT), Sustancias Activas al Azul de Metileno (SAAM), Iones ( $\text{Na}^{++}$ ,  $\text{K}^+$   $\text{Cl}^-$ ), Carbonatos, Color, Fluoruros, y los análisis fueron bajo las metodologías propuestas en dichas normas.

### Resultados y discusión

Los resultados mostraron que el total de las muestras analizadas obtenidas en los filtros de purificación como en los contenedores para consumo en la institución de educación superior, estuvieron dentro de los rangos establecidos que dictaminan las normas oficiales relacionadas con calidad del agua para consumo humano (tabla 1).

**Tabla 1.** Parámetros analizados en muestras de agua bajo la Normatividad Mexicana

Parámetro	*Límites Permisibles NOM -127-SSA1-1994; NOM-201-SSA1-2002	*Rangos detectados
Color	20 unidades de color platino - cobalto	0
Turbiedad	5 unidades nefelométricas	0.7 - 1
Cloruros	250	34.40 - 54.05
DT	500	74 - 106
pH	6.5 - 8.5	7.24 - 8.40
SDT	1000	151 - 240
Sulfatos	400	82.19 - 115
Fluoruros	1.5	0.40 - 1.27
SAAM	0.5	0
$\text{Na}^+$	200	16.1 - 23

SDT= Sólidos disueltos totales, DT= Dureza Total, SAAM= Sustancias activas al azul de metilo, CE= Conductividad eléctrica; \*Los límites se expresan en mg/l, excepto cuando se indique otra unidad

Se encontró que dentro de las muestras se tuvo completamente la ausencia de color, mientras que la determinación de sólidos disueltos totales (SDT) presentó el valor más alto dentro de las muestras evaluadas. Donde el primer parámetro está relacionado con la calidad organoléptica del agua, aspectos microbiológicos y sobre la descomposición de vegetales, mientras que los SDT miden específicamente el total de residuos sólidos filtrables (sales y residuos orgánicos) en aguas para el consumo humano.

Un alto contenido de SDT, por lo general dan mal agrado para el paladar y pueden inducir una reacción fisiológica adversa en el consumidor, por lo cual este parámetro se ha establecido en 1000 mg/L, así mismo el análisis de sólidos disueltos totales también es importante como indicador de la efectividad de procesos de tratamiento biológico y físico de aguas reutilizadas. La tabla 2 muestra los rangos encontrados para cada parámetro por unidad (A, B) dentro de la institución educativa, donde ambas unidades o campus presentaron valores muy similares con respecto a los rangos encontrados donde el valor mínimo fue 0 para el parámetro del color, sustancias activas al azul de metilo (SAAM) y carbonatos. Mientras que los valores máximos (parámetro) fueron para la conductividad eléctrica (CE) con 529  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y 358  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en el campus A y B respectivamente.

**Tabla 2.** Parámetros y rangos determinados por unidad de estudio en la institución educativa (NOM-127-SSA1-1994, NOM -201-SSA1- 2002)

Parámetro	Unidad A	Unidad B
pH	7.90 - 8.40	7.24-8.02
C.E	317 - 529 $\mu$ S/cm	313-358
Turbidez	0.7 - 1	0.7 - 1
Color	0	0
SDT	151 - 240	152 - 173
CO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0	0
HCO <sub>3</sub>	203 - 261	203 - 295
Na <sup>+</sup>	18.4 - 23	16.1 - 20.7
K <sup>+</sup>	11.6 - 12	7.82 - 12
Cl <sup>-</sup>	34.40 - 54.05	34.40 - 49.14
DT	74 - 100	80 - 106
SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	82.19 - 115	82.19 - 112.93
SAAM	0	0
Floruros	0.40 - 1.27	0.43 - 1.04

SDT= Sólidos disueltos totales, DT= Dureza Total, SAAM= Sustancias activas al azul de metilo, CE= Conductividad eléctrica; \*Los límites se expresan en mg/l, excepto cuando se indique otra unidad

Al determinar la conductividad se evalúa la capacidad del agua para conducir la corriente eléctrica, es una medida indirecta de la cantidad de iones en solución (fundamentalmente cloruro, nitrato, sulfato, fosfato, sodio, magnesio y calcio). La conductividad en los cuerpos de agua dulce se encuentra primariamente determinada por la geología del área a través de la cual fluye el agua. La conductividad de nuestros sistemas continentales generalmente es baja, variando entre 50 y 1.500  $\mu$ S/cm, en sistemas dulceacuícolas conductividades por fuera de este rango pueden indicar que el agua no es adecuada para la vida de ciertas especies de peces o invertebrados o consumo humano. En la tabla 3 se observa que el valor promedio de CE fue de 328.87 con una desviación de 9.42 y coeficiente de variación de 2.87 por lo que podría decirse que las muestras analizadas de la institución educativa cumplen respecto al valor mencionado de CE anteriormente y puede considerarse para consumo humano.

**Tabla 3.** Análisis estadístico en muestras de agua del presente estudio

Parámetro	Muestras Analizadas <sup>1</sup>
pH	7.92±0.19(2.45)
C.E	328.87±9.42(2.87)
Turbidez	0.82±0.08(9.88)
Color	0
SDT	157.38±3.99(2.53)
CO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0
HCO <sub>3</sub>	227.26±8.86(3.90)
Na <sup>+</sup>	19.9±1.63(8.18)
K <sup>+</sup>	11.46±1.08(9.47)
Cl <sup>-</sup>	45.21±.44(9.82)
DT	86.61±7.91(9.13)
SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	94.82±9.40(9.91)
SAAM	0

<sup>1</sup>= Promedio, ± Desviación estándar, ( ) = coeficiente de variación

Dentro de todos los parámetros evaluados, los valores promedio más bajos fueron para turbidez y pH, mientras que los valores promedio más altos fueron para CE y HCO<sub>3</sub>, las desviaciones que se obtuvieron fue 9.42 en el valor más alto y 0.08 para el valor más bajo, mientras que los coeficiente de variación fueron menores a 10 en todos los parámetros de las muestras evaluadas. Es importante destacar que algunos parámetros tuvieron completa ausencia en su determinación (=0) como fue el caso del SAMM y Color.

Con Base a lo anterior, las muestras presentan valores promedios normales, tanto por unidad o campus (institución educativa) en sus sistemas de purificación (filtros), como en los recipientes o contenedores donde el personal, hace consumo directo del agua analizada.

### Conclusiones

Los resultados demostraron que del total de las muestras analizadas quedaron dentro de rangos establecidos para cada parámetro que indica la norma correspondiente, por lo que se puede decir que la institución mantiene y cumple con

la normatividad dispuesta en materia de los sistemas ambientales para agua y consumo humano

## Referencias

Calidad del Agua, guía de Lectura. [www.un.org/waterforlifedecade](http://www.un.org/waterforlifedecade)

Diario Oficial de la Federación. 1994. Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, "salud ambiental, agua para uso y consumo humano-límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización".

Diario Oficial de la Federación. 2002. Norma Oficial Mexicana NOM -201-SSA1-2002, Productos y servicios. Agua y Hielo para consumo humano, envasados y a granel. Especificaciones sanitarias

Diario Oficial de la Federación. 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-230-SSA1-2002, Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano, requisitos sanitarios que se deben de cumplir en los sistemas de abastecimientos públicos y privados durante el manejo del agua. Procedimientos sanitarios para el muestreo.

El mosaico de América del Norte: panorama de los problemas ambientales más relevantes. [www.cec.org](http://www.cec.org)

UNESCO. 2008. Water Quality for Ecosystems and Human Health. 2<sup>a</sup> edición.

## Calidad sanitaria del agua potable de la comunidad indígena de Pótam, Sonora

Anacleto Félix Fuentes, Ma. Mercedes Meza Montenegro, José Leal Almanza,  
Ernesto U. Cantú Soto, Andrés F. Chávez Almanza, José de Jesús Balderas Cortés  
e Iram Mondaca Fernández.

Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias, Instituto Tecnológico de Sonora, 5 de febrero  
818 sur col. Centro, CP 85000, (644)4109000 ext. 2133, [anacleto.felix@itson.edu.mx](mailto:anacleto.felix@itson.edu.mx)

### Resumen

La enfermedad diarreica aguda (EDA) es un problema mundial que afecta principalmente a los niños menores de 5 años de edad. Los principales agentes causantes de esta enfermedad son: rotavirus, *E. coli* enterotoxigénica y enteropatógena, *Campylobacter jejuni*, *Salmonella spp.*, y *Shigella spp* (SSA, 2009), cuyo vehículo de transmisión es el agua de consumo humano. Por lo anterior el objetivo del presente trabajo fue evaluar la calidad sanitaria del agua de pozo para consumo humano del poblado Indígena de Pótam, Sonora, mediante análisis microbiológicos y comparar los resultados obtenidos con las especificaciones de la NOM-127-SSA1-1994 modificada, determinando si es apta para este uso. Los muestreos se realizaron en el periodo de Septiembre de 2009 a Agosto de 2010, con una frecuencia mensual. Seleccionando el pozo de abastecimiento y 5 tomas domiciliarias para un total de 70 muestras, Los análisis microbiológicos realizados fueron: número más probable de coliformes totales y fecales (NOM-112-SSA1-1994), aislamiento e identificación por pruebas bioquímicas de *Salmonella* (NOM-114-SSA1-1994) y *Vibrio cholerae* (NOM-031-SSA1-1993); determinación de huevos de helminto (NMX-AA-113-SCFI-1999), determinación de los bacteriófagos MS-2 y PRD-1 (Maier, 2000) . Además se midieron parámetros de campo, pH, temperatura y cloro residual de acuerdo a la NOM-230-SSA1-2002. Los resultados para *Salmonella*, *Vibrio cholerae*, PRD-1, MS-2 mostraron ausencia en el 100% de las muestras (n=70); en lo que respecta a huevos de helminto se contabilizó solamente en una muestra; para Numero Más Probable de coliformes totales se encontró en un 75.7% y para fecales en un 47.14% del total de las muestras. Las mediciones en campo de pH de las muestras se mantuvieron entre 6.5 y 8.5, la temperatura del agua oscilo dentro de 23.5 a 30.9°C, y cloro residual fue de 0 mg/L. El agua de pozo del poblado de Pótam, Río Yaqui, Sonora, no es apta para consumo humano ya que no cumple con las especificaciones para dicho uso conforme a la NOM-127-SSA1-1994 (modificada), debido a la presencia de coliformes totales y fecales.

*Palabras clave: calidad microbiológica, agua, comunidad indígena.*

## Introducción

La enfermedad diarreica aguda (EDA) es un problema mundial que afecta principalmente a los niños menores de 5 años de edad. Estimaciones de la Organización Mundial de la salud atribuye a esta enfermedad el 17% de las muertes a nivel mundial en este grupo de la población. En México durante el 2007, la mortalidad por EDA's fue de 14.2 defunciones por cada 100 mil menores de 5 años; los principales agentes etiológicos causantes de esta enfermedad son: rotavirus, *E. coli* enterotoxigénica y enteropatógena, *Campylobacter jejuni*, *Salmonella spp.*, y *Shigella spp.* (SSA, 2009). El agua de consumo humano sirve como vehículo de transmisión de estos agentes vía hídricofecal debido a un pobre o nulo tratamiento de desinfección (Félix y col, 2007).

El control de la calidad sanitaria del agua de consumo, requiere de análisis dirigidos a determinar la presencia de microorganismos patógenos que pueden causar enfermedades con diferentes niveles de gravedad, desde gastroenteritis simple hasta casos fatales de diarrea, disentería, hepatitis o fiebre tifoidea. El diagnóstico de estos microorganismos, requiere de laboratorios especializados y representa varios días de análisis y costos elevados. Como alternativa a estos inconvenientes, se ha propuesto el uso de indicadores microbianos que se puedan identificar mediante el uso de métodos sencillos, rápidos y económicos (Arcos y col., 2005).

En México las comunidades rurales han estado al margen de la verificación de la calidad del agua que utilizan para consumo humano, ya que existen reportes de comunidades con altas incidencias de enfermedades gastrointestinales y parasitarias, donde el origen de las mismas se le ha atribuido a la deficiencia en la calidad del agua de pozo que utilizan para consumo (Félix y col, 2007). En las comunidades indígenas del sur de Sonora, utilizan como abastecimiento de agua de consumo, pozos ubicados dentro del mismo poblado; es importante mencionar que dichas comunidades no cuentan con infraestructura para la conducción de aguas negras, y en los que el uso de letrinas es muy común, lo cual implica un riesgo de intrusión de contaminación por microorganismos de origen fecal. Otro aspecto es

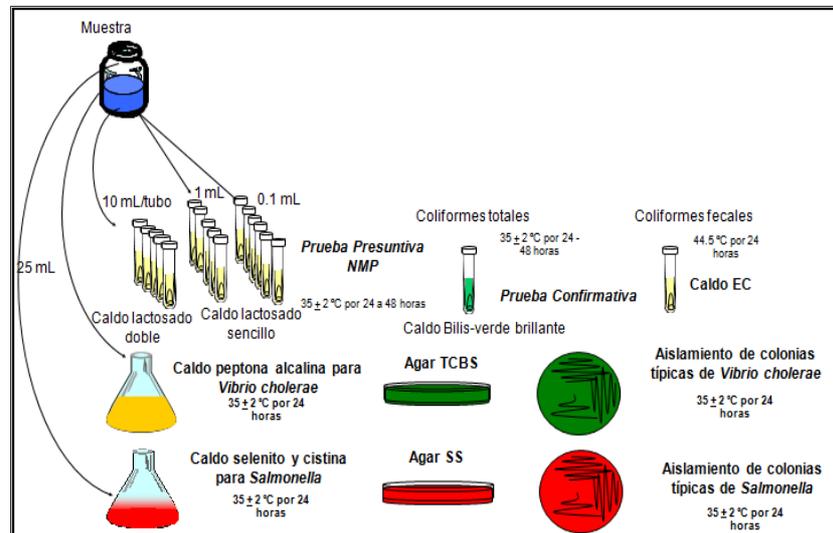
que en la gran mayoría de estas comunidades el uso de sistemas de cloración es poco común o nulo.

Por lo anterior el objetivo del presente trabajo fue evaluar la calidad microbiológica de agua de pozo para consumo humano, procedente del poblado Pótam Río Yaqui, Sonora, mediante análisis microbiológicos y comparar los resultados obtenidos con las especificaciones de la NOM-127-SSA1-1994 modificada, para determinar si es apta para este uso.

### **Materiales y Métodos**

Esta investigación forma parte del proyecto “Red temática de investigadores y cuerpos académicos para el estudio de contaminantes emergentes y su ecotoxicología” desarrollado por el Cuerpo Académico “Ambiental y Salud” del Instituto Tecnológico de Sonora y financiado por la Secretaría de Educación Pública (SEP); los muestreos se realizaron en el periodo comprendido de Septiembre de 2009 a Agosto de 2010, con una frecuencia mensual. Se seleccionaron 6 sitios de muestreo estratégicamente incluyendo el pozo de abastecimiento (como punto 1) y tomas domiciliarias distribuidos en toda la comunidad, recolectando un total de 70 muestras. Las muestras se recolectaron en frascos de vidrio estériles de 500 mL de capacidad; para tomar la muestra se dejó correr el agua de 3 a 5 minutos con cuidado de no tocar la boca del frasco con la mano o con la llave, recolectándose aproximadamente 2/3 partes del volumen del recipiente; se transportaron manteniéndose a una temperatura de 4°C aproximadamente realizándose los análisis en un tiempo no mayor de 6 horas a partir de la recolección (NOM-230-SSA1-2002); también se recolectaron 5 L de agua en recipientes de plástico de 10 L previamente desinfectados con cloro al 10% para los análisis de huevos de helminto (NMX-AA-113-SCFI-1999); las muestras se analizaron en el Laboratorio de Investigación en Microbiología, del Centro de Servicios de Recursos Naturales del Instituto Tecnológico de Sonora Campus Centro. Los análisis microbiológicos realizados fueron: número más probable de coliformes totales y fecales de acuerdo a la NOM-112-SSA1-1994, aislamiento e identificación por pruebas bioquímicas de *Salmonella* según la NOM-114-SSA1-1994 y *Vibrio cholerae* según la NOM-031-SSA1-1993, (figura 1), determinación de huevos de helminto de acuerdo a la NMX-

AA-113-SCFI-1999, determinaci3n de los bacteri3fagos MS-2 y PRD-1 acorde a Maier (2000). Adem3s se midieron par3metros de campo, tales como pH, temperatura y cloro residual de acuerdo a lo establecido en la NOM-230-SSA1-2002.



**Figura 1.** T3cnicas de an3lisis microbiol3gicos

## Resultados y Discusi3n

Los resultados promedio para el N3mero M3s Probable de coliformes totales y fecales se muestran en la tabla 1. El 75.7% (n=53) de las muestras tuvo incidencia de coliformes totales, mientras que el 47.14% (33) coliformes fecales, incumpliendo con los l3mites m3ximos permisibles de la NOM-127-SSA1-1994 (modificada), la cual establece ausencia de estos indicadores de contaminaci3n en agua de consumo humano. Comparando estos resultados, con estudios reportados previamente, se encontr3 similitud con respecto a los niveles de contaminaci3n. Por ejemplo, estudios realizados en el Sur de Sonora por Mart3nez en el 2005, encontr3 presencia de coliformes totales en un 55% de las muestras analizadas, mientras que coliformes fecales estuvieron presentes en un 22.97%. F3lix y col (2007) realizaron un estudio en tres comunidades rurales del Sur de Sonora (La aduana, Melchor Ocampo y Etchojoa) en el cual observaron para coliformes totales una incidencia del 100%, 97% y 6% para las comunidades mencionadas, y para coliformes fecales se detect3 la presencia en 99%, 86% y 6% de las muestras. Otros estudios realizados en el Valle en 2008 por Cuevas y colaboradores, y en el 2009 por Delf3n y

colaboradores (Cuevas, 2008; Delfín, 2009), en los poblados de San José de Bácum y El Júvani respectivamente presentaron incidencia de coliformes totales de 48.6% y 58.7% respectivamente, y para coliformes fecales en el primer poblado fue de 25% y para el segundo de 41.43%. Un punto importante a resaltar es que en las comunidades mencionadas con anterioridad, en ninguna de ellas el agua recibe tratamiento de cloración, a excepción de Etchojoa, antes de ser distribuida a la población lo cual puede explicar la presencia de estos microorganismos; situación similar a la comunidad reportada en este estudio.

Los resultados en el aislamiento e identificación de organismos patógenos como *Salmonella* y *Vibrio cholerae*, mostraron ausencia total en el 100% de las muestras (n=70). De igual manera para los indicadores virales MS-2 y PRD-1 no se detectaron en el 100% de las muestras; aunque este tipo de indicador aun no es admitido como parámetro de control de calidad para agua de consumo humano por la Norma Oficial para este rubro es importante incluirlo. En lo que respecta a huevos de helminto se contabilizó solo en una muestra, por el tamaño de este huevecillo mayor a 30  $\mu\text{m}$ , aproximadamente, es muy difícil que sea arrastrado a través del subsuelo, Esto puede explicar los conteos casi nulos encontrados. Las mediciones de campo mostraron que el pH de las muestras se mantuvo entre 6.5 y 8.5, la temperatura del agua osciló en los límites de 24 a 31°C, y el cloro residual fue de 0 mg/L en el total de las muestras, condiciones idóneas para la presencia de estos grupos indicadores en el agua.

**Tabla 1.** Resultados de Coliformes Totales y Fecales (NMP/100 mL) en agua de pozo en la comunidad indígena de Pótam, Sonora, México

Sitio <sup>a</sup>	Coliformes Totales		Coliformes Fecales	
	Promedio <sup>b</sup>	límites	Promedio <sup>b</sup>	límites
1	2	0 – 14	1	0 - 2
2	278	0 - ≥1609	24	0 - 220
3	2	0 – 7	1	0 - 2
4	42	2 - 200	10	0 - 40
5	51	2 – 170	14	0 - 79
6	92	0 - 540	8	0 - 70

<sup>a</sup> El sitio 1 es el pozo, los sitios 2, 3, 4, 5, 6 fueron tomas domiciliarias; <sup>b</sup> Los valores son resultado del promedio de 12 repeticiones.

## Conclusión

El agua de pozo del poblado de Pótam, Río Yaqui, Sonora, no es apta para consumo humano ya que no cumple con las especificaciones para dicho uso conforme a la NOM-127-SSA1-1994 (modificada), específicamente por la presencia de coliformes totales y fecales.

## Bibliografía

Arcos Pulido Mireya del Pilar, Ávila de Navia Sara Lilia, Estupiñan Torres Sandra Mónica, Gómez Prieto Aura Cristina, (2005). Indicadores microbiológicos de contaminación de las fuentes de agua. NOVA-Publicación científica (ISSN 1794-2470), Vol. 3-No.4.

Cuevas Robles Alberto, (2008). Calidad bacteriológica del agua potable de la comunidad de San José, municipio de Bácum, Sonora. Tesis, ITSON. Cd. Obregón, Sonora.

Delfín Sandoval, Alberto. (2009). Evaluación de la calidad microbiológica del agua para uso y consumo humano del poblado el Juvéni Río Yaqui, Bácum, Sonora. Tesis, ITSON. Cd. Obregón, Sonora.

Disponible en la página:

[http://www.respyn.uanl.mx/viii/3/articulos/calidad\\_de\\_agua.htm](http://www.respyn.uanl.mx/viii/3/articulos/calidad_de_agua.htm); Fecha de acceso:  
Julio 2011.

Diario Oficial de la Federación. 1993. NOM-031-SSA1-1993. Bienes y Servicios. Productos de la Pesca. Moluscos Bivalvos Frescos-Refrigerados y Congelados. Especificaciones Sanitarias.

Diario Oficial de la Federación. 1994. NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-112-SSA1-1994, Bienes y Servicios. Determinación de Bacterias Coliformes. Técnica del Número Más Probable.

Diario Oficial de la Federación. 1994. NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-113-SSA1-1994, Bienes y Servicios. Método Para la Cuenta de Microorganismos Coliformes Totales en Placa.

Diario Oficial de la Federación. 1994. NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-114-SSA1-1994, Bienes y Servicios. Método Para la Determinación de *Salmonella* en Alimentos.

Diario Oficial de la Federación. 1999. NMX-AA-113-SCFI-1999. Análisis de agua. Determinación de huevos de helminto. Método de Prueba. Analysis of water. Determination of helminth eggs. Test method.

Diario Oficial de la Federación. 2002. NOM-230-SSA1-2002, Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano, requisitos sanitarios que se deben de cumplir en los sistemas de abastecimientos públicos y privados durante el manejo del agua. Procedimientos sanitarios para el muestreo.

Félix Fuentes, A., O. N. Campas Baypoli, M. G. Aguilar Apodaca y M. M. Meza Montenegro. 2007. Calidad microbiológica del agua de consumo humano de tres comunidades rurales del sur de Sonora (México). RESPYN. 8(3).

Maier Raina M. Pepper Ian I., Gerba Charles P. (2000). Environmental Microbiology. 1<sup>a</sup> Edición. Corporación de Prensa Académica. China.

Martínez Félix Dulce Ma. (2005) Evaluación de la calidad bacteriológica del agua subterránea del Sur de Sonora. Tesis, ITSON. Cd. Obregón, Sonora.

Secretaria de Salud, (2009). Enfermedades Diarreicas agudas: Prevención control y tratamiento. México 159 pp.

Secretaría de Salud. Modificación de la NORMA Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad.

## Calidad bacteriológica de agua para consumo humano de tres comunidades indígenas del Sur de Sonora

Félix Fuentes, A., Meza Montenegro, M.M., Cantú Soto, E.U., Chávez Almanza A.F.,  
Balderas Cortés, Leal Almanza, J., Ruíz Pérez, M., Tapia Rodríguez, M.R.,  
Solórzano Meza, J.L.

Instituto Tecnológico de Sonora, Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias, 5 de  
Febrero 818 Sur, Col. Centro, Cd Obregón, Sonora, C.P. 85000, (644) 4109000 ext. 2133  
[anacleto.felix@itson.edu.mx](mailto:anacleto.felix@itson.edu.mx)

Palabras clave: calidad microbiológica, agua

### Introducción

El agua es un elemento vital para la existencia humana, de su uso adecuado depende nuestra salud, alimentación y producción agrícola. Utilizar agua contaminada en la preparación de alimentos y para consumo humano podría producir un gran número de casos de infección (Félix *et al.*, 2007). Es un vehículo importante de agentes patógenos causales de enfermedades diversas en el humano, dentro de los que destacan bacterias como el *Vibrio cholerae*, *Salmonella typhi*, *Yersinia enterocolitica*, virus como el de la hepatitis A, protozoos importantes como *Giardia lamblia*, *Entamoeba histolytica* y *Cryptosporidium parvum* (Pac *et al.*, 1998; Salinas *et al.*, 2000). El valle del Yaqui está geográficamente localizado en el Estado de Sonora, México entre el Golfo de California y la Sierra Madre Occidental (Figura 1); cuenta con un moderno sistema de irrigación para 255,000 hectáreas siendo la agricultura su actividad principal (Cantú, 2011). En las comunidades rurales de esta región la fuente de abastecimiento usual de agua para consumo humano son pozos, los cuales en su gran mayoría se encuentran ubicados dentro de los poblados. El uso de letrinas y la falta de sistemas de conducción de aguas negras son situaciones comunes en estas poblaciones, aunado a ello en algunos casos los drenes colectores de aguas residuales (urbanas y agrícolas) están muy próximos a las fuentes de abastecimiento, lo cual implica un riesgo de intrusión de

contaminación por microorganismos patógenos; un aspecto importante, es que en la gran mayoría de estas comunidades el uso de sistemas de cloración es poco común.

Por lo anterior el objetivo del presente trabajo fue evaluar la calidad bacteriológica del agua para consumo humano, procedente de 3 comunidades indígenas del Sur de Sonora, mediante análisis microbiológicos, y comparar los resultados obtenidos con las especificaciones de la NOM-127-SSA1-1994 (modificación), para determinar si es apta para este uso (SSA, 1994a).

### **Metodología**

La investigación forma parte del proyecto “Red temática de investigadores y cuerpos académicos para el estudio de contaminantes emergentes y su ecotoxicología” desarrollado por el Cuerpo Académico “Ambiental y Salud” del Instituto Tecnológico de Sonora y financiado por la Secretaría de Educación Pública (SEP); el periodo de muestreo fue entre 2009 y 2011; se incluyeron 3 comunidades indígenas del Sur de Sonora (Vícam Pueblo, Vícam Estación y Tórim). En cada comunidad se seleccionaron estratégicamente 6 sitios de muestreo, tomando como primer sitio el pozo de abastecimiento de la comunidad y el resto fueron tomas domiciliarias; se realizaron muestreos mensuales recolectando un total de 72 muestras para Vícam Pueblo y 36 muestras para Vícam Estación y 36 para Tórim. La recolección de muestras se realizó acorde a lo establecido en la NOM-230-SSA1-2002 (SSA, 2002); en frascos estériles de 500 mL de capacidad se recolectaron 2/3 partes del volumen del frasco; se transportaron manteniéndose a una temperatura de 4° C aproximadamente y los análisis microbiológicos se realizaron en el Laboratorio de Investigación en Microbiología del Centro de Servicios de Recursos Naturales del Instituto Tecnológico de Sonora Campus Centro, en un tiempo no mayor de 6 horas. Para realizar los análisis microbiológicos se utilizaron las metodologías establecidas en las Normas Oficiales Mexicanas (método de diluciones NOM-110-SSA1-1994 (SSA, 1994b), Numero Más Probable de Coliformes Totales y Fecales NOM-112-SSA1-1994 (SSA, 1994c), Aislamiento e identificación de *Salmonella* NOM-114-SSA1-1994 (SSA, 1994d), Aislamiento e identificación de *Vibrio cholerae* NOM-031-

SSA1-1993 (SSA, 1993); adicionalmente se midieron par3metros de campo como pH y cloro residual utilizando un kit comercial (SSA, 2002).



**Figura 1.** Ubicaci3n del Valle del Yaqui, Sonora, M3xico

### **Resultados y discusi3n**

Coliformes Totales: la Tabla 1 presenta los resultados promedio de coliformes totales en las comunidades estudiadas; V3cam Pueblo y V3cam Estaci3n presentaron densidades altas de coliformes totales con el 80.5% (n=58) y 100% (n=36) de las muestras fuera de norma, respectivamente, los cuales deben ser ausentes en 100 mL (5). En la comunidad de T3rim el 58.3% (21 muestras) presentaron incidencia del grupo indicador, pero los promedios est3n por debajo de lo encontrado en las otras dos comunidades. En las tres comunidades estudiadas se observaron serias deficiencias desde la extracci3n (tal como la falta de cloraci3n), as3 como en los sistemas de conducci3n del agua potable, falta de mantenimiento en los tanques elevados, entre otros aspectos, propiciando intrusi3n de microorganismos en la red de distribuci3n.

Coliformes Fecales: la Tabla 2 presenta los resultados promedio de coliformes fecales; Vícam Pueblo y Vícam Estación presentaron las densidades más altas con el 58.3% (42 muestras) y 100 % (36 muestras) de muestras con incidencia de este grupo indicador respectivamente. Tórim con presencia en el 44% (16 muestras), fue la comunidad que menos contaminación de origen fecal presentó.

*Salmonella spp.* y *Vibrio cholerae*: El 100 % de las muestras analizadas en las comunidades indígenas fueron negativas para *Salmonella spp.* y *Vibrio cholerae*, por lo que no representan un riesgo para la población. Sin embargo las muestras con altas cargas microbianas pueden ser vectores de otros microorganismos patógenos.

pH y Cloro residual: En cuanto a los resultados de la determinación de pH todas las muestras estuvieron en el rango de 6.5 a 8.5 que establece la norma oficial mexicana para agua para consumo humano. Los resultados en cuanto a cloro residual en las tres comunidades el 100% de las muestras presentaron valores de cero (0 mg/L); los resultados en cuanto al desinfectante son una evidencia clara de la falta de sistemas de cloración del agua para consumo humano en las comunidades indígenas del sur de Sonora, situación que favorece la transmisión de microorganismos patógenos al consumidor a través del agua.

**Tabla 1.** Resultados de Coliformes Totales (NMP/100 mL) en agua de pozo de tres comunidades indígenas del Sur de Sonora, México

Sitio <sup>a</sup>	Vícam (oct 2009 - sept 2010)		Pueblo (nov 2010 - abr 2011)		Vícam Estación (oct 2010 - mar 2011)		Torim (oct 2010 - mar 2011)	
	Promedio <sup>b</sup>	límites	Promedio <sup>c</sup>	límites	Promedio <sup>c</sup>	límites	Promedio <sup>c</sup>	límites
1	280	0 - ≥1609	11	2 - 34	2	0 - 11		
2	265	0 - ≥1609	47	4 - 220	2	0 - 11		
3	55	0 - 350	340	2 - ≥1609	9	0 - 34		
4	35	0 - 140	93	22 - 180	1	0 - 2		
5	323	0 - ≥1609	471	17 - ≥1609	2	0 - 9		
6	316	0 - ≥1609	423	2 - ≥1609	107	0 - 350		

<sup>a</sup>el sitio 1 es el pozo, los sitios 2, 3, 4, 5, 6 fueron tomas domiciliarias; <sup>b</sup>Los valores son resultado del promedio de 12 repeticiones; <sup>c</sup>Los valores son resultado del promedio de 6 repeticiones.

**Tabla 2.** Resultados de Coliformes Fecales (NMP/100 mL) en agua de pozo de tres comunidades indígenas del Sur de Sonora, México

Sitio <sup>a</sup>	Vícam	Pueblo	Vícam Estación		Tórim	
	(oct 2009 - sept 2010)		(nov 2010 - abr 2011)		(oct 2010 - mar 2011)	
	Promedio <sup>b</sup>	límites	Promedio <sup>c</sup>	límites	Promedio <sup>c</sup>	límites
1	139	0 - $\geq$ 1609	19	13 - 26	2	0 - 17
2	169	0 - 920	57	2 - 220	5	0 - 33
3	11	0 - 94	146	7 - 540	5	0 - 13
4	23	0 - 140	83	22 - 180	59	0 - 350
5	71	0 - 540	102	2 - 280	26	0 - 140
6	90	0 - 540	669	49 - $\geq$ 1609	13	0 - 33

<sup>a</sup>el sitio 1 es el pozo, los sitios 2, 3, 4, 5, 6 fueron tomas domiciliarias; <sup>b</sup>Los valores son resultado del promedio de 12 repeticiones; <sup>c</sup>Los valores son resultado del promedio de 6 repeticiones.

## Conclusiones

Los resultados del presente estudio demuestran el riesgo para los consumidores de agua de pozo en las 3 comunidades indígenas incluidas en el estudio, debido principalmente a la contaminación de origen fecal.

## Referencias

Cantú Soto E. U., M.M. Meza Montenegro, A.I. Valenzuela Quintanar, A. Félix Fuentes, P. Grajeda Cota, J. J. Balderas Cortés, C.L. Osorio Rosas, G. Acuña García, M.G. Aguilar Apodaca. 2011. Residues of Organochlorine Pesticides in Soils from the Southern Sonora, Mexico. Bull Environ Contam Toxicol. DOI 10.1007/s00128-011-0353-5.

Félix Fuentes, A., O. N. Campas Baypoli, M. G. Aguilar Apodaca y M. M. Meza Montenegro. 2007. Calidad microbiológica del agua de consumo humano de tres comunidades rurales del sur de Sonora (México). RESPYN. 8(3).

Disponible en la página:  
[http://www.respyn.uanl.mx/viii/3/articulos/calidad\\_de\\_agua.htm](http://www.respyn.uanl.mx/viii/3/articulos/calidad_de_agua.htm); Fecha de acceso:  
Julio 2011.

Pac Sa, M.A., A. Arnedo, J. Benedicto, A. Arranz, V. Aguila y F. Guillén. 1998. Brote epidémico por *Salmonella richmond* en Castellón, España. Rev Panam Salud Pública. 3 (2): 96-101.

Salinas Pérez, E.R., A.J. Aragon Peña, M. Allue Tango, M.A. López Pérez, M. Jiménez Maldonado y M.J. Domínguez Rodríguez. 2000. Brote de Criptosporidiosis en Guadarrama (Comunidad Autónoma de Madrid). Rev Esp. Salud Pública. 74(5-6): 527-536.

Secretaría de Salud. 1993. Norma Oficial Mexicana NOM-031-SSA1-1993, bienes y servicios. Productos de la pesca. Moluscos bivalvos frescos-refrigerados y congelados. Especificaciones sanitarias.

Secretaría de Salud. 1994a. Modificación de la NORMA Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad.

Secretaría de Salud. 1994b. Norma Oficial Mexicana NOM-110-SSA1-1994, bienes y servicios. Preparación y dilución de muestras de alimentos para su análisis microbiológico.

Secretaría de Salud. 1994c. Norma Oficial Mexicana NOM-112-SSA1-1994, bienes y servicios. Determinación de bacterias coliformes. Técnica del Número Más Probable.

Secretaria de Salud. 1994d. Norma Oficial Mexicana NOM-114-SSA1-1994, bienes y servicios. Método para la determinación de *Salmonella* en alimentos.

Secretaria de Salud. 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-230-SSA1-2002, Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano, requisitos sanitarios que se deben cumplir en los sistemas de abastecimiento públicos y privados durante el manejo del agua. Procedimientos sanitarios para el muestreo.

## Determinación de niveles de ácido úrico y precursores en fluidos corporales utilizando electroforesis capilar

Macario Enrique Valenzuela<sup>1</sup>, Mariana Díaz Tenorio<sup>1</sup>, Ramón Molina Barrios<sup>2</sup>,  
Raymundo Cedillo Cobián<sup>2</sup>, María Isabel Cruz González<sup>2</sup>, Juan Francisco  
Hernández Chávez<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias. <sup>2</sup>Departamento de Ciencias Agronómicas y Veterinarias, Instituto Tecnológico de Sonora, Ciudad Obregón Sonora, México. \* Autor de correspondencia: Tel.: 644 4109000 ext 1662, e-mail: [juan.hernandez@itson.edu.mx](mailto:juan.hernandez@itson.edu.mx)

### Resumen

La determinación clínica de ácido úrico (AU) utilizada para el diagnóstico de enfermedades renales y disfunciones articulares es de suma importancia para el diagnóstico de enfermedades ya que es un indicador de salud por su asociación con enfermedades metabólicas y cardíacas. El presente trabajo tiene por objeto el desarrollo de una técnica de determinación por electroforesis capilar en zona libre (ECZ) rápida y segura en fluidos corporales. Se utilizó buffer de corrida con boratos a 100 mM con un pH 6. El acondicionamiento del capilar se realizó con NaOH 100 mM. Se utilizó un capilar de sílice fundida recubierto de poliamida de 50 cm con una longitud efectiva de 40 cm y un diámetro interno de 50  $\mu$ m. La separación se realizó con una polaridad normal de 30 kv. Se utilizaron estándares de hipoxantina (HX), xantina (X) y AU a 20 mM. Se utilizó una detección por UV a 200 nm de absorbancia. Los resultados obtenidos tiempos de migración de  $2.0889 \pm 0.006$  min para HX y X de  $3.0095 \pm 0.1316$  min (n=3). Se concluye que la técnica de EC en zona libre para la determinación de AU y precursores, es más rápida, sensible y reproducible que otras metodologías repostadas en el área clínica de diagnóstico considerando un ahorro de tiempo y reactivos.

Palabras clave: *electroforesis, capilar, úrico, buffer*

### Abstract

The clinical determination of uric acid (UA) is used to diagnose kidney disease and joint dysfunction. Besides is also used as an indicator of health because of its association with metabolic diseases and heart diseases. The present work aims at developing a technique of determination by capillary electrophoresis free zone (CEZ) in AU from body fluids. The optimal run buffer was borate 100 mM at pH 6. Capillary regeneration was performed with 100 mM NaOH. The separation capillary was made of naked fused silica (50  $\mu$ m x 50 cm effective length). The separation was performed with normal polarity of 30 kV. The standards used of hypoxantine (HX),

xantine (X) and UA at 20 mM. The direct detection was UV absorption at 200 nm. Results was achieved for HX showed average migration time of  $2.0889 \pm 0.006$  min and  $3.0095 \pm 0.1316$  min ( $n=3$ ) for X. Both showed a good accuracy and reproducibility. The conclusion is that ECZ technique for the determination of UA and precursors; it is faster, accurate and reproducible than other existing methodologies in the area of health considering a considerable saving of reagents.

Key words: electrophoresis, capillary, uric acid, buffer

## Introducción.

El ácido úrico (AU, 2,6,8-trihidroxipurina) es el producto de catabolismo de los nucleósidos de purina. La mayor parte de AU es reabsorbida en el sistema circulatorio después de la filtración primaria y la secreción parcial por el riñón. Los niveles de AU en fluidos fisiológicos tales como el plasma y la orina sirven como indicadores valiosos para ciertas condiciones clínicas como hipertensión, hiperuricemia entre otras (Zhao *et al.*, 2008). Hoy en día se cuentan con métodos estandarizados para determinar AU, sin embargo, éstos no tienen la rapidez, exactitud y precisión que promete la electroforesis capilar (EC) (Boughton *et al.*, 2002). Por lo que existe la necesidad de desarrollar métodos con mayor potencial que desde el punto de vista médico, serían útiles para las investigaciones fisiológicas, así como diagnóstico de enfermedades cardíacas y metabólicas. Por lo que el objetivo de este trabajo fue desarrollar una metodología de determinación de niveles de AU y sus precursores (hipoxantina y xantina) utilizando la técnica de EC en zona libre.

## Materiales y Métodos

**Reactivos.** Los estándares utilizados para la determinación de AU y sus precursores (xantina e hipoxantina), se obtuvieron de Sigma (St. Louis, MO, USA), así como el ácido bórico utilizado en el buffer de corrida e hidróxido de sodio como buffer de acondicionamiento. Las soluciones fueron almacenadas a 4°C. Antes de utilizar las soluciones amortiguadoras fueron filtrada con vacío (bomba de vacío) utilizando membranas de acetatos de celulosa (0.45  $\mu$  m) de Sigma (St. Louis, MO, USA). Las soluciones de trabajo de los estándares, fueron preparadas en agua en concentraciones individuales de 20 mM cada uno y almacenadas a -20 °C hasta ser utilizadas. Para la realización de todas las soluciones se utilizó agua grado Milli Q.

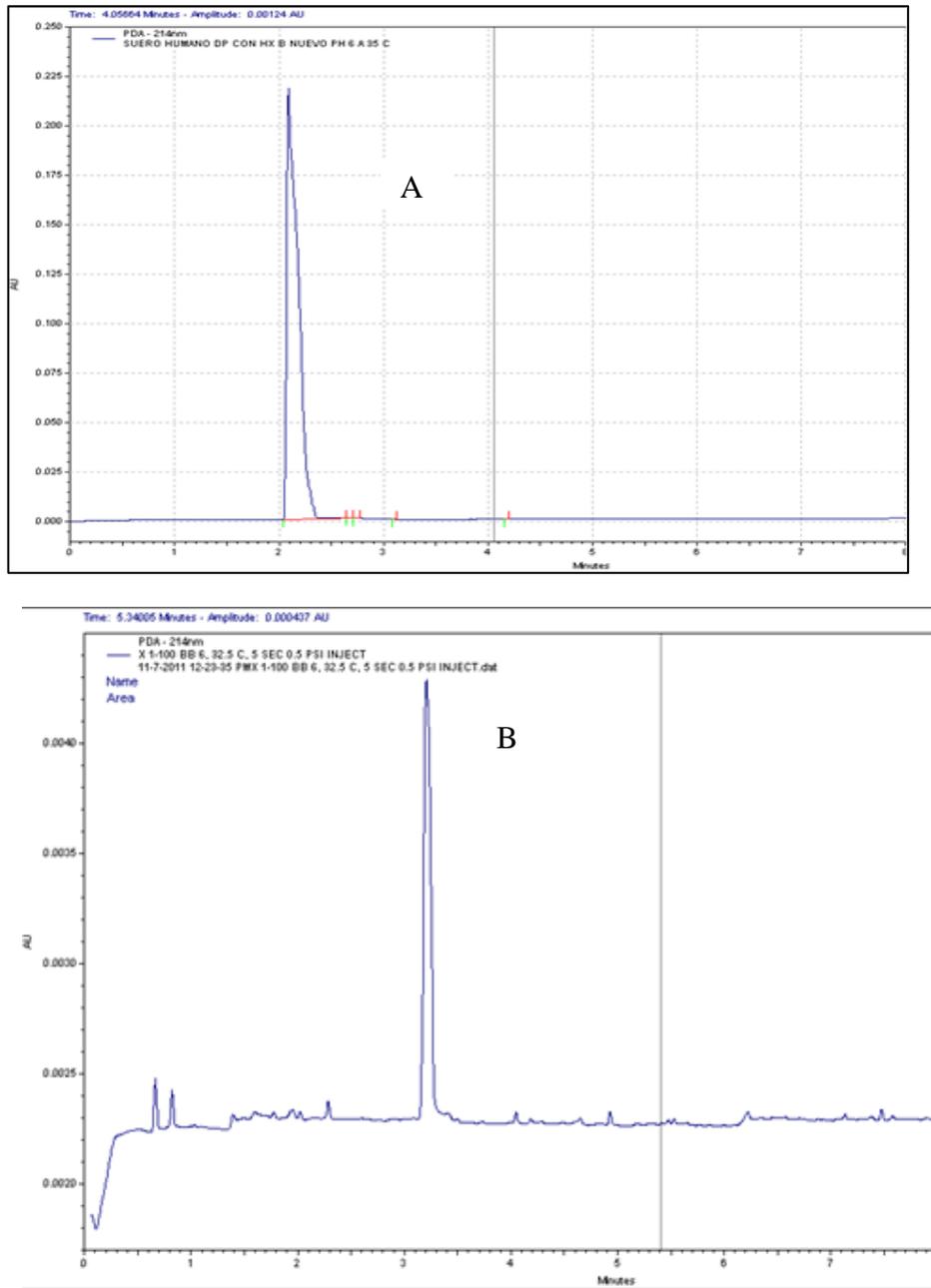
**Metodología.** Se utilizó la metodología reportada por Liotta *et al.* (2009), modificando los parámetros de temperatura del capilar, voltaje y fuerza iónica del buffer. El análisis por Electroforesis Capilar se llevó a cabo utilizando un sistema de electroforesis capilar P/ACE MDQ (Beckman Coulter, Fullerton, CA, EE.UU.) equipado con detector de arreglo de diodo. Se utilizó el software 32 Karat Version 5.0 (Beckman Coulter). Se utilizó la modalidad electroforesis capilar en zona libre con capilares de sílica fundida sin recubrimiento interno (50  $\mu\text{m}$  D.I., longitud total de 50 cm) con una longitud efectiva de 40 cm (longitud a la ventana de detección) (Beckman Coulter, Fullerton, CA, EE.UU.). Se utilizó una polaridad normal con voltaje constante de 30 kV durante la separación, con una temperatura del capilar de 35 °C. Se utilizó, para la detención de los analitos, UV con un arreglo de diodos a 200 nm de longitud de onda. Para el acondicionamiento previo del capilar se utilizó NaOH a 100 mM.

**Análisis de los datos.** A los datos obtenidos se les realizó estadísticas descriptivas utilizando el software microsoft excel.

## **Resultados y discusión**

Los resultados parciales obtenidos para la determinación de hipoxantina muestran un tiempo de migración de  $2.08 \pm 0.006$  min y para la xantina  $3.095 \pm 0.13$  min, con tres repeticiones cada una (Figura 1 A y B, respectivamente). El tiempo de migración de la urea fue de 2.54 min y del AU de 2.8 min.

Los resultados obtenidos de urea y AU no son concluyentes, ya que en estos momentos se está optimizando la técnica para obtener mejores tiempos para una mayor reproducibilidad y mejor resolución de picos, ya que la variación de pH y concentración del buffer y temperatura del capilar, tuvieron un impacto en el tiempo de migración de los analitos, obteniéndose las mejores condiciones con pH 6 y buffer de boratos 10 mM. Esta combinación incide directamente para controlar variables de respuesta como la viscosidad, el tiempo de migración, la amplitud y área del pico. Respecto a los resultados obtenidos de hipoxantina y xantina con una  $n=3$  fueron muy reproducibles.



**Figura 1.** Electroferograma típico mostrando el perfil de Hipoxantin (A) y xantina (B) en suero humano por ECZ MDQ (Equipado con un detector de arreglo de diodo, software 32 Karat Versión 8 (Beckman Coulter, CA), capilar de sílice fundida de 50  $\mu\text{m}$  d.i., 40 cm de longitud efectiva, buffer de boratos 100 mM pH 6, inyección de 5 segundos a 0.5 psi, voltaje de separación de 30 kv a 32.5  $^{\circ}\text{C}$ , muestra de suero (diluida) 0.2 mM).

## Conclusiones

La técnica de EC en zona libre para la determinación de AU y precursores, es más rápida, precisa y reproducible que lo que reporta la literatura

sobre otras metodologías para la determinación de indicadores de salud en el humano considerando el ahorro importante de tiempo y reactivos.

## Referencias

Boughton, J.L., Robinson, B.W. & Strein, T.G. (2002). Determinación de ácido úrico en suero humano por electroforesis capilar con polaridad reversa y detección electroquímica. *Electrophoresis*. 23, pp. 3705-3710.

Liotta, E., Gottardo, R., Bonizzato, L., Pascali, J.P., Bertaso, A. & Tagliaro, F. (2009). Rápida y directa determinación de creatinina en orina usando electroforesis capilar. *Acta química clínica*. 409, pp. 52-55.

Zhao, S., Wang, J., Ye, F. & Li, Y. (2008). Determinación de ácido úrico en orina humana y suero por electroforesis capilar con detector de quimioluminiscencia. *Bioquímica analítica*. 378, pp. 127-131.

## **Efecto analgésico del extracto del clavo de olor (*Syzygium aromaticum*)**

R. Gálvez-Chan, G. Silva-Encinas, F. Ríos-Moiza, J. Becerril-Sitten

Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias. Instituto Tecnológico de Sonora.

Correspondencia: rgalvez@itson.mx

### **Resumen**

El presente trabajo se realizó en el laboratorio de química LV-500 del Instituto Tecnológico de Sonora, por el interés de determinar la eficacia del extracto del clavo de olor como anestésico; obteniéndose a través de una destilación simple por arrastre de vapor. El clavo de olor es de aroma fuerte, picante y penetrante, no sólo ha sido valorado desde tiempos muy remotos como especia en gastronomía, sino por las propiedades medicinales de su aceite esencial. Pertenece a la familia de las Mirtáceas. Su nombre procede del latín *clavus*, ya que el capullo seco sin abrir recuerda esta forma. Durante siglos, éste árbol fue considerado en la antigüedad como "curalotodo". Las propiedades medicinales del clavo fueron valoradas por griegos, romanos y chinos: estos últimos lo mascaban para aliviar los dolores dentales y combatir el mal aliento. Posee una larga historia como antiséptico y en la prevención de enfermedades infecciosas. Su empleo farmacéutico en gran escala constituye un reconocimiento de sus propiedades antisépticas y bactericidas, con una sustancia llamada eugenol, que se extrae del aceite de clavo. El extracto del clavo de olor en diferentes concentraciones se aplicó en personas que padecían dolor de muelas para comprobar su efecto anestésico en ellas.

Palabras clave: *clavo de olor, anestésico tópico, analgésico*

### **Introducción**

La anestesia local se define cómo la pérdida de sensibilidad en un área circunscrita del cuerpo, provocada por una depresión de la excitación en las terminaciones nerviosas o por una inhibición del proceso de conducción en los nervios periféricos. Una de las diferencias fundamentales entre la anestesia local y la anestesia general, es que la anestesia local consigue dicha pérdida de sensibilidad sin inducir la pérdida de la conciencia (Malamed, 2006).

La anestesia local puede conseguirse mediante numerosos métodos:

1. Traumatismos mecánicos.
2. Temperatura baja.
3. Anoxia.
4. Irritantes químicos.
5. Productos neurolífticos como alcohol y fenol.

## 6. Productos químicos como anestésicos locales.

Únicamente se consideran de aplicación en la práctica clínica aquellos métodos o sustancias que inducen un estado anestésico transitorio y completamente reversible.

Un anestésico local ideal debe tener estas propiedades: no debe irritar los tejidos sobre los que se aplica, no debe ocasionar una alteración permanente de la estructura nerviosa, su toxicidad sistémica ha de ser baja, su eficacia no debe depender de que se inyecte en los tejidos o de que se aplique superficialmente en las mucosas (Jastak *et al.*, 1995).

La mayoría de los anestésicos locales cumplen las dos primeras características. Son completamente reversibles y no son irritantes. La toxicidad sistémica es de gran importancia, ya que todos los anestésicos locales inyectables, y la mayoría de los tópicos, se absorben al final desde su lugar de administración hacia el sistema cardiovascular. La toxicidad potencial de un fármaco es uno de los factores esenciales que se han de tener en cuenta para su aplicación como anestésico local. La parte más temida del procedimiento odontológico es la inyección del anestésico. La anestesia tópica de epitelio y mucosas es útil principalmente para impedir el dolor de la inyección (Malamed, 2006).

Binshtok y colaboradores describen en su estudio publicado en la revista Nature, en octubre del año 2007, que el principal objetivo de la anestesia local tópica es el bloqueo de las señales en los nociceptores para lograr prevenir el dolor.

El clavo de olor es una de las especies de uso más amplio y antiguo, que actualmente sigue teniendo una gran importancia como remedio natural en el medio oriental. Por sus propiedades farmacológicas tiene varios usos estimulantes, excitantes y tónicos. Facilita la digestión, incita el apetito, es muy útil contra el linfatisismo y la obesidad. También se utiliza para calmar el dolor de muelas, a través de un algodón impregnado de extracto, aceite o esencia de clavo, en el orificio de la muela (<http://www.femeninas.com.ar/clavo-de-olor.asp>).

El clavo es un árbol generalmente bajo de 3 a 6 m de altura en cultivo, con escasa ramificación (ver figura 1). La corteza del tronco y las ramas principales son grisáceas y lisas (IICA, 1968).



**Figura 1.** Planta del clavo de olor (*Syzygium aromaticum*) y botones florales secos.

El efecto anestésico que proviene del clavo se extrae a partir de los botones florales de esta especie, formando la esencia de clavo, el cual es un aceite de color amarillo con olor intenso. Se dice que su sabor es caliente, intenso, fresco, con cierto regusto a pimienta.

El eugenol, procedente de la esencia de clavo, es un derivado fenólico, que se puede extraer además del clavo de otras plantas, pero a partir del clavo se obtiene la mayor concentración de eugenol, en una proporción del 60-90%. Sus efectos farmacológicos son complejos y dependen de la concentración del eugenol libre a la cual el tejido se expone.

Una de las propiedades atribuidas al eugenol es el alivio del dolor al aplicarlo en los órganos dentales. El eugenol es un bloqueador irreversible de la conducción nerviosa y en concentraciones bajas, es capaz de reducir la transmisión sináptica de la zona neuromuscular. Varios estudios han concluido que el eugenol inhibe la ciclooxigenasa, favoreciendo el efecto analgésico y anestésico al lograr la inhibición de la biosíntesis de las prostaglandinas. A bajas concentraciones el Eugenol inhibe la actividad nerviosa de forma reversible, como un anestésico local. Después de la exposición a altas concentraciones de eugenol, la conducción nerviosa es bloqueada irreversiblemente, indicando un efecto neurotóxico. El eugenol igualmente reduce la

transmisión sináptica en la unión neuromuscular. Las fibras nerviosas sensoriales y sus funciones desempeñan un papel importante en la generación de la respuesta inflamatoria, ya que los nervios sensoriales en la pulpa dental contienen péptidos vasoactivos, como la sustancia P, péptido relacionado con el gen de la calcitonina, y otros. El hecho de que el eugenol inhiba la actividad nerviosa y los componentes vasculares de la respuesta inflamatoria, así como la relación entre estos elementos, puede estar vinculado con sus posibles efectos antiinflamatorios.

El método que se utiliza para la obtención del extracto del clavo es la destilación por arrastre de vapor de agua, el cual permite aislar y purificar sustancias orgánicas insolubles en agua. Puede emplearse con líquidos completamente inmiscibles o muy miscibles con agua. El objetivo de este estudio fue comprobar la efectividad de la anestesia tópica del extracto del clavo de olor, en diferentes concentraciones, aplicándose en pacientes con dolor de muela.

### **Metodología**

Para la obtención del extracto de clavo de olor se usan las instalaciones del laboratorio de química LV 500 del Instituto de Sonora (ITSON) unidad Náinari, se monta un sistema de destilación por arrastre de vapor de una solución de clavos de olor y agua, se utilizan dos matraz bola, los cuales se etiquetan como A y B. En el matraz A se colocan 100 ml de agua destilada, el cual se calienta y genera vapor, se pasa al matraz B por medio de un tubo doblado, se calienta suavemente el matraz B hasta que el vapor de agua arrastre el aceite del extracto de clavo de olor y se deposite en un matraz Erlenmeyer de 250 ml. Enseguida se prepararon las soluciones del extracto de clavo en tres concentraciones molares, de 2.28, 1.52 y 0.762 (Sánchez-Machado, 1986).

Se procedió con la aplicación de los extractos en personas con dolor dental, que se encontraban en la sala de espera de urgencias del Hospital General del Niño y la Mujer de Ciudad Obregón, Sonora. Los pacientes fueron en total cinco personas incluyendo a empleados de dicho nosocomio, que se monitorearon por un periodo de 6 horas después de dicha aplicación.

En el proceso de destilación así como en el de aplicación del extracto de clavo de olor se usaron medidas de higiene y esterilización de material y equipos utilizados.

## Resultados

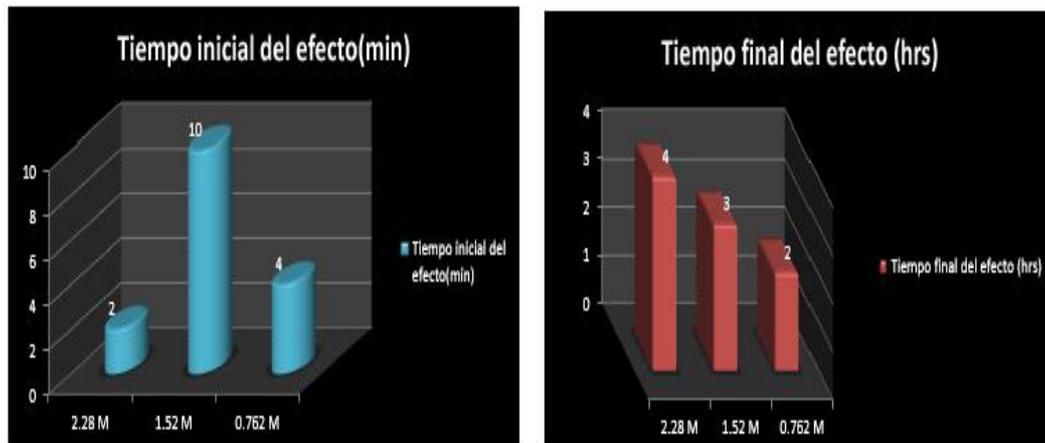
En la extracción del aceite del clavo de olor se obtuvieron las siguientes cantidades que se presentan en la tabla 1.

**Tabla 1.** Concentraciones de extracto de clavo de olor obtenidas.

Concentración	Cantidad obtenida	Tiempo destilando
2.28 M	50 ml	1 hora
1.52 M	30 ml	45 min.
0.762 M	25 ml	35 min.

La aplicación del extracto del clavo de olor se llevó a cabo en personas con dolores dentales, que se encontraban en la sala de espera de urgencias del Hospital General de Ciudad Obregón, Son.; entre ellos empleados de la misma Institución. El número total de personas a las que se les aplicó las diferentes concentraciones del extracto fueron cinco, también se les tomó la temperatura corporal por medio de un termómetro de mercurio.

Los resultados obtenidos fueron favorables debido a la larga duración del efecto anestésico en estas personas en las diferentes concentraciones, como se muestra en la figura 2. Señalando que dos de las cinco personas presentaban inflamación en la zona de las amígdalas y áreas cercanas a la zona de la pieza dental afectada, además de presentar fiebre.; después de haber transcurrido 6 horas de haber aplicado el tratamiento con el extracto del clavo, se observó una disminución en la temperatura hasta 36° C y la inflamación bajó casi hasta su totalidad.



**Figura 2.** Tiempo inicial de efecto (min) del clavo de olor y tiempo final del mismo (h) despu3s de la aplicaci3n t3pica en la zona dental afectada.

### Conclusiones

Respecto a los resultados obtenidos se puede concluir que el extracto del clavo de olor (*Syzygium aromaticum*), puede fungir como anest3sico t3pico local, en este caso para dolores dentales; debido a que las personas que se les aplic3 el extracto del clavo de olor no tuvieron efectos secundarios como da3o a las enc3as, a la pulpa de los dientes, y a las membranas mucosas como tentativamente se pensaba.

### Referencias

Binshtok AM, Bean BP, Woolf CJ. 2007. Inhibition of nociceptors by TRPV1-mediated entry of impermeant sodium channel blockers. *Nature*, Oct 4; 449(7162):607-10.

<http://www.femeninas.com.ar/clavo-de-olor.asp>.

IICA Biblioteca Venezuela. 1968. Fundamentos bot3nicos de los cultivos tropicales. Descargado en <http://books.google.com.mx/books?id=gJiVVBk-vWMC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>.

Jastak TJ, Yagiela J A, Donaldson D. 1995. Local anesthesia of the oral cavity. Philadelphia. P. 23-59.



Malamed SF. 2006. Manual de anestesia local. 5ª. Edición. Editorial Elsevier, España.

Sánchez-Machado DI. 1986. Manual de prácticas de Química Orgánica 1, ITSON. 50 paginas.

## **La importancia de cursar la materia de Cultivo de Tejidos Vegetales para el estudiante egresado de la carrera de ingeniero biotecnólogo del Instituto Tecnológico de Sonora**

Lorena Tineo García<sup>1</sup>, Catalina Mungarro Ibarra<sup>1</sup>, José de Jesús Balderas Cortés<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias, Dirección de Recursos Naturales, Instituto Tecnológico de Sonora. Ciudad Obregón, Sonora, México. [lorena.tineo@itson.edu.mx](mailto:lorena.tineo@itson.edu.mx)

### **Resumen**

El Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias a través de la Academia de Biotecnología Vegetal Aplicada busca analizar la pertinencia y relevancia de cursar la materia de cultivo de tejidos vegetales (CTV) dentro del programa educativo de Ingeniero biotecnólogo (IB), encontrando evidencia adecuada y suficiente para demostrar que satisface o da respuesta a necesidades de la sociedad. Puesto que se trabaja bajo el enfoque por competencias este proceso de identificación de las necesidades sociales corresponde al proceso de sectorización, el cual constituye el primer paso para la reconfiguración de la relación entre la institución educativa y el entorno social y productivo. El proceso de evaluación y análisis se realizó con un instrumento de evaluación que se aplicó a 52 alumnos que cursan esta materia. Este curso forma parte del programa de IB del ITSON, plan 2002. Se analizaron e interpretaron los resultados, concluyendo que la materia de Cultivo de Tejidos Vegetales es pertinente y relevante, por lo tanto se debe incluir en el programa educativo de IB, para fortalecer las competencias adquiridas en el área de la Biotecnología Agrícola.

Palabras clave: *cultivo in vitro*, *ingeniero biotecnólogo*,

### **Introducción**

En la actualidad la humanidad enfrenta una extensa variedad de amenazas: el deterioro ambiental, el crecimiento de la población mundial, la necesidad de producir más alimentos cuando ya la superficie cultivable prácticamente ha alcanzado su límite. Actualmente se afirma que con la utilización de la biotecnología agrícola como herramienta se logrará obtener una mayor productividad de alimentos de origen vegetal a menor costo y menor contaminación ambiental, esta afirmación plantea dudas a los ecologistas y pone en seria objeción a esta fértil herramienta del conocimiento (Diamante, 1999). El problema principal surge por el desconocimiento

que existe sobre las bondades o consecuencias de la aplicación de estas herramientas biotecnológicas (European Initiative for Biotechnology Education, 2009). Por lo tanto sería un grave error ignorar su aplicación y no evaluar su potencial mediante un riguroso análisis de costos y beneficios (Vidalie, 1986). El cultivo *in vitro* (término que literalmente significa en vidrio), incluye muchas técnicas destinadas a introducir, multiplicar y regenerar, entre otros recursos, material vegetal en condiciones controladas y asépticas (Echenique, 2004; Pierik, 1987), constituye un paso fundamental en la obtención y regeneración de plantas genéticamente modificadas o transgénicas, mediante técnicas de ingeniería genética (Ortiz, 1985). Es decir que existe una estrecha relación entre el cultivo de tejidos vegetales y la Biotecnología moderna. (Muñoz de Malajovich, 2007; Argenbio, 2009). Los continuos avances biotecnológicos, están dando como resultado la producción de nuevas vacunas, medicamentos, colorantes, alimentos, plantas, animales y otros materiales utilizados en la industria alimentaria, así como metabolitos utilizados en cosmetología y perfumería, entre otras (Bolívar, 2001). En México, como en todo el mundo, se vislumbra un crecimiento acelerado para la industria biotecnológica, por lo tanto se requerirá de personal altamente capacitado en este sector (Bolívar, 2001; Vidalie, 1986). Ante todos estos retos que se presentan, un plan de estudios debe estar orientado a formar profesionistas capaces de desarrollar, adaptar y evaluar procesos biotecnológicos para la elaboración de productos y prestación de servicios en diferentes sectores a nivel industrial. Los objetivos del curso son contribuir al desarrollo de la universidad y de la sociedad mexicana a través del uso de herramientas biotecnológicas para hacer investigaciones de importancia para la población, capacitar a estudiantes de la carrera de Ingeniero Biotecnólogo del Instituto Tecnológico de Sonora y de otras instituciones en la técnica de cultivo *in vitro* de células y tejidos vegetales para desarrollar investigaciones en especies vegetales en vías de extinción, de importancia económica, alimenticia, medicinal entre otras. Es importante destacar que el Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería (CACEI) ha publicado en su manual de acreditación, los aspectos inherentes para lograr la acreditación de programas de enseñanza de la ingeniería, señalando que en el área de biotecnología agrícola se debe incluir como uno de los contenidos temáticos el Cultivo de Tejidos Vegetales (CACEI, 2004). En particular, el objetivo que se persigue con este trabajo es la detección de la importancia de la

materia de Cultivo de Tejidos Vegetales en el programa educativo de Ingeniero Biotecnólogo utilizando encuestas de opinión aplicadas a alumnos de IB.

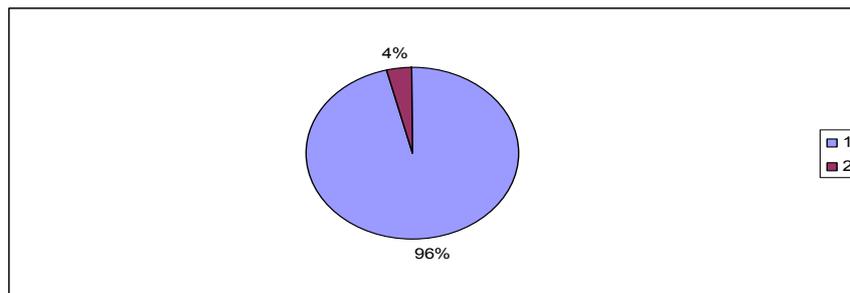
### **Metodología**

El proceso de evaluación se inició el 13 de Abril de 2009 y continuó durante las sesiones de academia de Biotecnología Vegetal Aplicada, diseñándose un instrumento de evaluación con instrucciones y las siguientes características: 1) grado de la competencia del curso de Cultivo de Tejidos Vegetales (CTV), con dos opciones de respuestas (sí o no); 2) resolución de problemas en el área de biotecnología vegetal donde se apliquen los conocimientos adquiridos en la materia de CTV, con dos opciones de respuesta (sí o no); 3) entendimiento de la manipulación vegetal con el curso de CTV, con cuatro niveles de respuesta (nada, poco, regular y mucho); 4) mejoramiento de habilidades cognitivas a través del curso de CTV, con cuatro niveles de respuesta (nada, poco, regular y mucho); 5) obtención de habilidades actitudes necesarias para la formación como profesionista, con cuatro niveles de respuesta (totalmente de acuerdo, de acuerdo, en desacuerdo y totalmente en desacuerdo); y 6) utilidad de los conocimientos logrados al cursar la materia y aplicables en un futuro como profesionista, con cuatro niveles de respuesta (nada, poco, regular y mucho). El instrumento contó con 13 preguntas y se aplicó a 52 alumnos que cursaron la materia de optativa III (CTV) distribuidos en dos grupos; uno del turno matutino con 24 alumnos y otro vespertino con 28 alumnos respectivamente. Este curso forma parte del programa de Ingeniero Biotecnólogo del Instituto Tecnológico de Sonora, plan 2002. Las encuestas se aplicaron y fueron analizadas por los integrantes de la academia. Se interpretaron los resultados y se derivaron las conclusiones pertinentes.

### **Resultados y discusión**

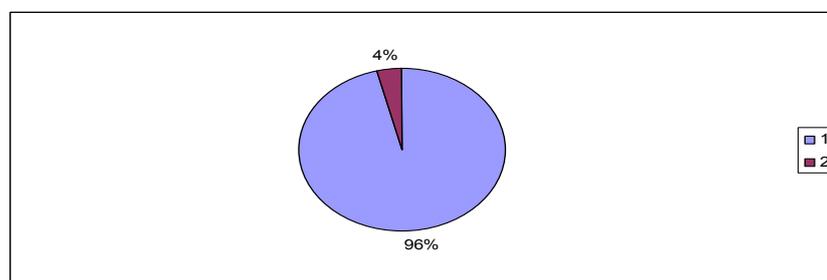
Los resultados analizados de este trabajo se presentan agrupados en función de los ítems de la encuesta aplicada, los cuales fueron los siguientes: *Logro de la competencia del curso de Cultivo de Tejidos Vegetales (CTV)*. Ésta es una de las materias optativas del programa de Ingeniero Biotecnólogo y forma parte del último bloque de cursos del área de biotecnología vegetal, la competencia de este bloque es: "Manipular el desarrollo vegetal para incrementar su productividad y calidad,

aplicando los principios de los procesos biotecnol3gicos” y establece que el alumno al cursar todos las materias de este bloque podr3 desempeñarse como administrador de procesos biotecnol3gicos vegetales. El resultado que se obtuvo como respuesta a este *3tem* de la encuesta, fue que el 96% de los alumnos dicen haber logrado la parte correspondiente en cuanto a la contribuci3n de este curso a la competencia del bloque como se menciona anteriormente, ver figura 1.



**Figura 1.** Porcentaje de alumnos que han logrado integrar la competencia del bloque con la materia de Cultivo de Tejidos Vegetales: 1) S3 y 2) No.

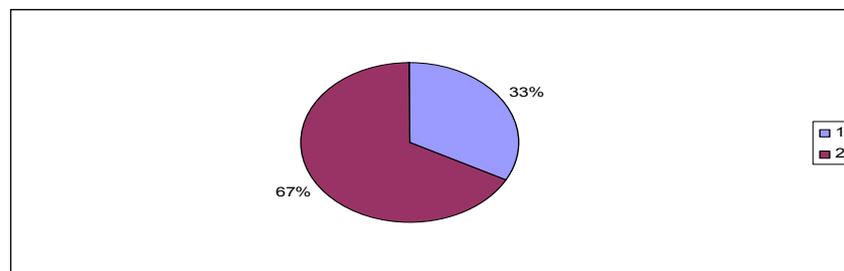
*Resoluci3n de problemas en el 3rea de biotecnolog3a vegetal donde se apliquen los conocimientos adquiridos en la materia de CTV, con dos opciones de respuesta (s3 o no).* En este aspecto, se le pregunt3 al alumno si esta materia contribuy3 a la capacidad de resoluci3n de problemas en el 3rea de la biotecnolog3a vegetal, ya que este curso forma parte del bloque de especializaci3n. El resultado fue que 50 alumnos de los 52 encuestados consideran que pueden resolver alg3n problema en esta 3rea, con los conocimientos adquiridos en este curso, representando esto el 96% del total (figura 2).



**Figura 2.** Porcentaje de alumnos que consideran lograr resolver problemas en el 3rea de biotecnolog3a vegetal: 1) Si y 2) No.

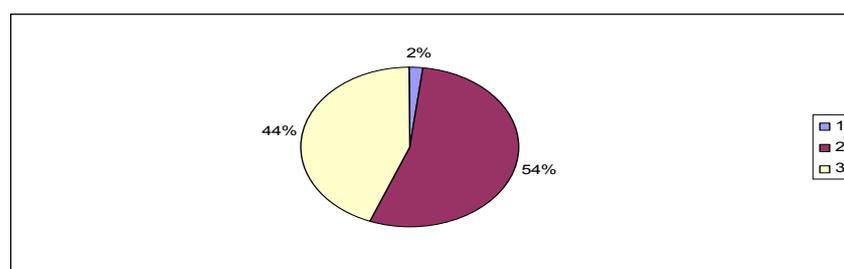
*Entendimiento de la manipulaci3n vegetal.* Este *3tem* est3 relacionado con la capacidad del alumno en el manejo de las plantas para potencializar sus caracter3sticas y as3 lograr su 3ptimo aprovechamiento. En este rubro el 33% de los

encuestados consideran que los contenidos del curso y la forma en que se abordan, si ayuda a entender la manipulación vegetal para su uso como una herramienta biotecnológica, mientras que el 67% opinaron que de forma regular, como se muestra en la figura 3. También externaron que dentro de los temas estudiados en este curso los de mayor interés ordenados de manera decreciente fueron los siguientes: a) los fenómenos fisiológicos vinculados al establecimiento de cultivos *in vitro*, b) la embriogénesis somática y organogénesis, c) la adaptación de plantas obtenidas *in vitro* a condiciones ambientales *in vivo* y d) el establecimiento de un laboratorio de cultivo de células y tejidos vegetales.



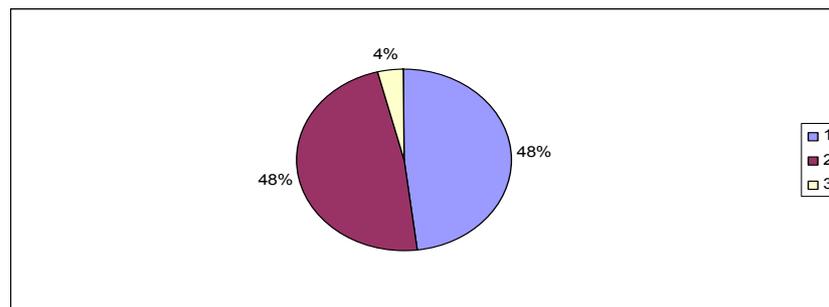
**Figura 3.** Porcentaje de alumnos que consideran que el contenido del curso de Cultivo de Tejidos Vegetales ayuda a entender la manipulación vegetal. 1) Mucho y 2) Regular.

*Mejoramiento de habilidades cognoscitivas a través del curso de CTV.* Las respuestas a este ítem fueron las siguientes: El 2% considera que sus habilidades cognoscitivas han mejorado poco, el 54% dice haber mejorado de manera regular y el 44% opina que mejoraron mucho, estos resultados se muestran en la figura 4.



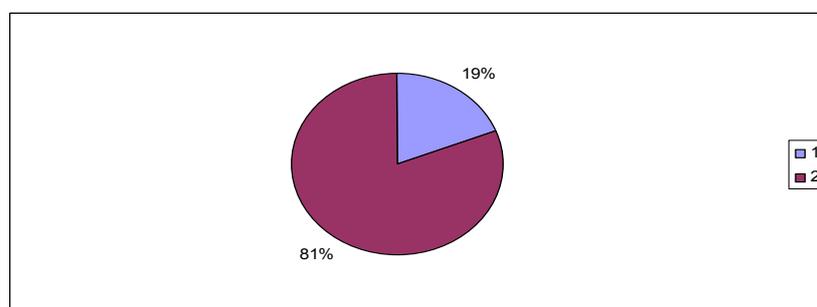
**Figura 4.** Porcentaje de alumnos que consideran haber mejorado sus habilidades cognitivas a través del curso teórico-práctico de Cultivo de Tejidos Vegetales: 1) poco; 2) regular y 3) mucho.

*Obtención de habilidades y actitudes necesarias para la formación como profesionalista.* Los resultados obtenidos en las encuestas aplicadas a los alumnos muestran que el 48% está totalmente de acuerdo, otro 48% esta de acuerdo y un 2% está en desacuerdo en haber obtenido habilidades y desarrollado actitudes necesarias para su formación como profesionalista como se observa en la figura 5.



**Figura 5.** Porcentaje de alumnos que consideran haber obtenido habilidades y desarrollado actitudes para su formación como profesionalista a través del curso teórico-práctico de Cultivo de Tejidos Vegetales: 1) totalmente de acuerdo, 2) de acuerdo, 3) en desacuerdo.

*Utilidad de los conocimientos logrados al cursar la materia de Cultivo de Tejidos Vegetales y aplicables en el futuro como profesionalista.* Los resultados obtenidos fueron agrupados en los siguientes parámetros: a) poco, b) regular y c) mucho; en donde el 0% opinó que poco, el 19% coincidió en que el curso de CTV será de regular utilidad en su futuro como profesionalistas, mientras que 42 de los encuestados que representan el 81% del total, opinaron que será muy útil en su futuro como profesionalista (figura 6).



**Figura 6.** Porcentaje de alumnos que consideran que la materia de Cultivo de Tejidos Vegetales tiene utilidad en su futuro como profesionalista: 1) regular, 2) mucho.

Al final del instrumento aplicado se realizó la siguiente pregunta abierta: “¿Qué opinión se tiene acerca del plan de estudios de la carrera de IB que se cursó?”; la cual se consideró muy importante de analizar de manera detallada. En las respuestas a esta pregunta se encontraron grandes coincidencias externadas por los encuestados y que tiene que ver con el siguiente aspecto: la falta de materias del área de ciencias biológicas tales como biología celular, botánica entre otras, en el plan de estudios actual, y además que consideran que son muy importantes por ser la base para el entendimiento de materias de aplicación que se cursan en semestres avanzados como lo es el caso del curso de Cultivo de Tejidos Vegetales.

### **Conclusión**

El curso de Cultivo de Tejidos Vegetales es pertinente y relevante, por lo tanto se debe incluir en el programa educativo de IB. Es importante considerar las demandas señaladas por los empleadores, ya que finalmente es ahí donde los egresados de los programas educativo se insertarán en el ámbito laboral y deberán mostrar sus competencias en estas técnicas como método de producción agrícola.

### **Referencias**

- Argenbio. (2009). Por qué Biotecnología. Visitado el 1 de Junio de 2009. En: [http://www.porquebiotecnologia.com.ar/educacion/cuaderno/ec\\_35.asp?cuaderno=35](http://www.porquebiotecnologia.com.ar/educacion/cuaderno/ec_35.asp?cuaderno=35)
- Bolívar Z., F. (2001). *Biotecnología moderna para el desarrollo de México en el siglo XXI: Retos y oportunidades*. Capitulo 1 y 6. La biotecnología moderna como asunto prioritario y estratégico para México. SEP-CONACYT. México.
- CACEI. (2004). Manual de acreditación del CACEI (Consejo de acreditación de la enseñanza de la ingeniería), consultado el 2 de Junio de 2009 en <http://www.cacei.org/Manual%202004/contetemminimos.doc>
- Diamante, A. (1999). Memorias del IV simposio nacional de biotecnología vegetal. REDBIO ARGENTINA, pág 7; celebrado en Auditorio Jorge Luis Borges, Biblioteca Nacional, Agüero 2502, Cd. Autón. de Buenos Aires., Argentina.
- Echenique, V., Rubinstein, C., Mroginski L. (eds.). (2004). *Biotecnología y mejoramiento vegetal*. Ediciones INTA. Buenos Aires, Argentina.

European Initiative for Biotechnology Education. Plantas transgénicas. En <http://www.ipn.uni-kiel.de/eibe/UNIT09ES.PDF>. Consultado el 1 de Junio de 2009.

Muñoz de Malajovich, M. A. (2007). *Biotecnología*. Editorial Universidad Nacional de Quilmes, Argentina.

Ortiz, Cereceres J. (1985). El estado actual del mejoramiento genético de plantas y sus interrelaciones con el cultivo de tejidos. *El cultivo de Tejidos Vegetales en México*. CONACYT, México.

Pierik, R.L.M. (2009) *In vitro culture of higher plants*. Editorial Martinus Nijhoff Publishers. EUA.

Vidalie, H., *et al.* (1986). Aspectos prácticos actuales y perspectivas Cultivo *In Vitro*. Pp 163-174, México, Editorial Científica S.A. de C.V.

## Plan de mercadotecnia para una empresa productora de fertilizantes orgánicos

R. D. Aragón López; R. I. Velasco Cepeda; M. G. Gil Palomares; C. A. Jacobo  
Hernández

R. D. Aragón López, calle 5 de Febrero No. 818 Sur, Col. Centro. CP. 85000. Cd. Obregón, Sonora.

Email: [ruth.aragon@itson.edu.mx](mailto:ruth.aragon@itson.edu.mx).

### Abstract

In this paper we address the marketing plan for marketing the vermicompost, a market analysis of the company under study to see if there is a great opportunity to market the product within the branch of organic fertilizers, and check the demand this product can have. Being a new company has its product positioning in the market, no distribution and marketing mechanism that allow to bring the product to the customer. Why is performed the following question: How to market the organic fertilizer (vermicompost) in the Valley region, municipality of Cajeme, Sonora? To which presents a marketing plan in establishing a market which can penetrate with potential customers, plus the benefits of the product through SWOT analysis. Similarly presents relevant information about the company producing vermicompost Yaqui Valley, which explains the current position of the product, and the identification of direct and indirect competition, this in order to segment the market for the product . The aim is to find a specific marketing strategy that allows to place the product in a competitive market, can cross the barriers of entry to the market for organic fertilizers. In the study the company and to analyze the internal and external factors was established that some strategies and action plans can be competitive in its business as it has available resources to achieve it. It is recommended to have supervision and control, in order to detect any tactics are not working, allowing you to change tactics and /or strategies.

Key words: *organic fertilizer, marketing plan, target market.*

### Resumen.

En el presente trabajo se abordará el plan de mercadotecnia para comercializar el humus de lombriz, con un análisis del mercado de la empresa en estudio para observar si existe una gran oportunidad para comercializar el producto dentro de la rama de fertilizantes orgánicos, y comprobar la demanda que este producto puede tener. Al ser una empresa de nueva creación su producto no cuenta con un posicionamiento en el mercado, carece de mecanismo de distribución y comercialización que permitan hacer llegar el producto al cliente. Razón por la cual se realiza el siguiente cuestionamiento: ¿Cómo comercializar

el fertilizante orgánico (humus de lombriz) en la región del Valle del Yaqui, municipio de Cajeme, Sonora? Para lo cual se presenta un plan de mercadotecnia en el que se establece un mercado del cual puede penetrar con posibles clientes, además de los beneficios del producto al analizar por medio de FODA. Del mismo modo se presentan información relevante de la empresa productora de humus de lombriz del Valle del Yaqui, donde se explica la posición actual del producto, así como la identificación de la competencia directa e indirecta, esto con la finalidad de segmentar el mercado del producto. La finalidad es encontrar una estrategia de mercado específica que permita poder colocar el producto dentro de un mercado competitivo, que pueda atravesar las barreras de entrada al mercado de los fertilizantes orgánicos. En el estudio realizado a la empresa y al analizar los factores internos y externos se estableció que con algunas estrategias y planes de acción puede llegar a ser competitiva en su giro ya que cuenta con recursos disponibles para lograrlo. Para lo cual se recomienda tener una supervisión y control, con la finalidad de poder detectar a tiempo las tácticas que no están funcionando, permitiendo modificar las tácticas y/o estrategias.

*Palabras clave: fertilizante orgánico, plan de mercadotecnia, mercado meta.*

## **Introducción**

El desarrollo de los mercados locales y nacionales de productos orgánicos, como en el desarrollo de cualquier otro mercado, va más allá del establecimiento de puntos de venta y debe regirse por el manejo racional de la oferta y de la demanda de productos y de las variables que lo gobiernan. Sin embargo, los productores que emplean prácticas orgánicas de productos aducen, además, un alto costo en el valor de la certificación que es un sistema de garantía para los consumidores en los mercados de este tipo de productos, lo que limita su participación y consecuente desarrollo (IICA, 2010).

El productor moderno debe tener en claro que su establecimiento es una empresa que debe ahorrar en los recursos consumidos y en los residuos producidos, ya que la mayor parte de los problemas ambientales provienen de ese ámbito. Actualmente, el desarrollo productivo no se concibe en el marco de la sustentabilidad, centrado en maximizar la calidad de vida a partir de la protección del ambiente en su conjunto (Crespo, 2010).

## **Materiales y Método**

En este trabajo el sujeto es una empresa de nueva creación productora de fertilizantes orgánicos específicamente humus de lombriz del Valle del Yaqui del

Estado de Sonora. Para el plan de mercadotecnia se realizó de la siguiente manera: se obtuvieron antecedentes de la empresa, posteriormente se elaboró el análisis de la situación actual de la empresa, se realizó una descripción del mercado, siguiendo con el mercado objetivo. En seguida se elaboró el Análisis de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas, continuando con la determinación de objetivos estratégicos. Posteriormente se diseñaron las estrategias de mercadotecnia. Y por último se establecieron controles de verificación.

## **Resultados**

Como resultado se obtiene un plan de mercadotecnia el cual se presenta en resumen ejecutivo: en este informe se expone un plan de marketing para la introducción al mercado de la empresa productora de humus de lombriz del Valle del Yaqui. Este producto, surge de un proyecto en conjunto entre la empresa y alumnas de la maestría en administración y desarrollo de negocios (MADN) del Instituto Tecnológico de Sonora, a través de la cátedra de mercadotecnia agroindustrial.

La empresa productora de humus de lombriz está dedicada a la producción de fertilizantes orgánicos y actualmente se está desarrollando un plan de negocio para la venta y comercialización del producto. La producción de humus es una actividad con un impacto de sostenibilidad tanto para la empresa como a nivel regional, estatal y nacional. El abono humus de lombriz es un fertilizador de primer orden, 100% orgánico, el cual se obtiene por medio de alimentar con desechos orgánicos y/o agropecuarios en proceso de descomposición a una especie de lombriz domesticada, la lombriz roja, la cual degrada la materia orgánica al último grado de descomposición, dando como resultado la feca de la lombriz, la cuál es el abono humus de lombriz. Los posibles clientes a los que de manera inmediata se podría dirigir el producto son: viveros y una vez establecida, posicionada la empresa, así como registrada y certificado el producto, se podría extender a las granjas acuícolas, agricultura en general e invernaderos.

Los fertilizantes orgánicos, sólidos y líquidos, se ha convertido en un mercado sumamente interesante y explotable, debido a la cultura en evolución del cuidado de la planta, conservación, salud y explotación de los recursos de manera sustentable.

De igual forma el uso de humus líquido para granjas camaronícolas ha dado excelentes resultados en cuanto a inocuidad y calidad agroalimentaria, ya que ya finalmente se obtiene un producto de calidad orgánica, siendo el Estado de Sonora uno de los principales estados productores de camarón de exportación. El producto está dirigido a enriquecer el suelo para fines distintos, por su naturaleza y composición el producto puede ser utilizado para mejorar los jardines (comercios, escuelas, casas, etc.), en los invernaderos que desean producir productos orgánicos.

El mercado del producto estaría conformado principalmente por viveros e invernaderos, en segundo lugar por centros comerciales (para la venta del producto empacado a menudeo), tercer lugar para acuacultores y en último lugar para los agricultores.

Misión: generar fertilizantes orgánicos de calidad y confianza con principios de equidad, ecología y de salud, mediante procesos de producción que cumplan con las demandas y normas de protección al medio ambiente, satisfaciendo las necesidades de los sectores agrícola y acuícola.

Visión: ser una empresa competitiva y de alta sostenibilidad que contribuya a hacer más rentable el sector agropecuario a través de la generación de productos y procesos de excelente calidad e innovación; donde el sector agrícola y acuícola podrá hacer uso de alto valor agregado a partir del empleo de los recursos naturales y con ello contribuir a la salud, bienestar social y medio ambiente.

El Objetivo Mercadológico es dar a conocer el producto de la empresa productora de humus de lombriz, para incrementar sus ventas y lograr posicionarse en el mercado, el cual se espalda con los objetivos: 1) Dar a conocer el producto dando realce a las características para incrementar el mercado en un 10%; 2) Promocionar el producto para incrementar la venta a consumidores y posibles distribuidores y 3) Generar la identidad del producto para comercializarlo y diferenciarlo de la competencia.

Las principales estrategias que se utilizará para conseguir los objetivos: 1) Diseñar una campaña de publicidad en diferentes medios de comunicación a nivel regional; 2) Realizar promociones de venta, y demostraciones del producto y 3) Mejorar la presentación del producto para identificar la empresa.

Las personas que llevarán a cabo el proyecto y las que lo administrarán: son principalmente el administrador y el contador de la empresa, los cuales serán los responsables de contratar a la agencia publicitaria, así como a su vez el administrador designará al personal promotor de ventas, que será el responsable de distribuir el producto en los viveros, contactados por la empresa.

Por lo tanto la producción de humus de lombriz alternativamente tendría un costo inicial de \$ 26 120.00 mensuales, ya que este puede variar. Además dependiendo de la cantidad de producción se obtendrían los rendimientos o utilidad total.

Se realizarán acciones de control donde se verifiquen cada paso como checklist, efectuadas por un equipo de consejeros los cuales son designados en la empresa para efectuar las acciones, sin embargo la Alta Dirección debe poner especial atención al área de Marketing y llegar a comprenderla; ya que en esta parte un buen liderazgo y gran compromiso son la principal clave del éxito. Con esta lista de verificación, se busca la medición del desempeño a la luz de las metas, objetivos y actividades planificadas en el plan de mercadotecnia. Se describirán controles específicos para dar seguimiento a los avances.

Se recomienda empacar y etiquetar debidamente el producto para una mejor presentación ante el cliente y con ello mantener una mejor imagen del producto. Así como establecer los mejores controles tanto en el proceso como en el empaque con mira a una certificación del producto ante el Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (senasica). Por lo que es viable la oportunidad de introducirse al mercado produciendo una respuesta óptima para la empresa y el producto.

## **Discusión**

Con el presente trabajo se tiene la oportunidad de penetrar al mercado de los fertilizantes orgánicos de tal forma que se pueda competir empleando las estrategias de comercialización, que permitan dar a conocer el producto y con ello ir creciendo como empresa y llegando a más clientes potenciales.

Es importante estar preparados para luchar y enfrentar a la competencia, preparándose y estableciendo diferentes mecanismos de acción y reacción; por ello es importante la evaluación constante tanto al interior como al exterior de la empresa.

Hay que considerar que los costos establecidos para las estrategias de mercadotecnia, varían ya que dependen del precio en el mercado, además que estos se definirán en base al presupuesto designado por la empresa. Cabe resaltar que se involucran grandes sectores como lo es el agrícola e industrial, y al unir estas dos grandes áreas dentro de la economía se llega con mas facilidad al consumidor cubriendo sus necesidades. Por lo que si la empresa puede controlar y mantener las “cuatro Ps” (producto, precio, plaza y promoción) como lo establece Thompson (2006), Kotler y Armstrong (2008) se produce una respuesta deseada en el mercado meta. Existe un interés por parte del mercado en conocer este tipo de producto, ya que actualmente no existe en el mercado de los viveros de plantas de ornato, de los cuales si lo han consumido pero en escasez y proveniente de otros lugares a precios elevados. Dichos clientes han manifestado la necesidad de contar con información del producto y conocerlo para su venta.

## **Conclusiones**

En el estudio realizado a la empresa y al analizar los factores internos y externos (los que no vienen en resultados) se estableció que con algunas estrategias y planes de acción puede llegar a ser competitiva en su giro ya que cuenta con recursos disponibles para lograrlo.

Además dentro de las estrategias se incluye la promoción y venta, aunado a la asesoría del uso y aplicación del producto. En comparación con otros productores

del mismo rubro al realizar la investigación de campo del mercado para establecer los precios, se considera un precio accesible a cualquier clase social. Por otro lado cabe resaltar que esta empresa es competitiva en su giro ya que cuenta con recursos disponibles para lograrlo, al detectar y cubrir el mercado meta se lograría el crecimiento de la empresa al posicionarse en el mercado.

### **Bibliografía.**

Crespo, D. (2010). Lombricultura. Reciclado de Residuos Orgánicos. CNIA, INTA Castelas. Buenos Aires. Consultado 28/10/2010. (Ver: <http://www.inta.gov.ar/ediciones/idia/alt/lombri02.pdf>). Pp 101-106.

IICA, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (2010). Sistemas de garantía para los productos orgánicos en mercados locales e internacionales. Consultado 28/10/2010 (Ver: <http://webiica.iica.ac.cr/bibliotecas/RepIICA/B1822E/B1822E.pdf>).

Kotler P. y Armstrong G. (2008). Fundamentos de Marketing. Octava Edición, Prentice Hall, Pp. 104.

Thompson, I. (2006). Artículos recuperados. Consultado el 28/03/2011. (Ver <http://www.promonegocios.net/mercadotecnia>).

# *Resúmenes*

## IDENTIFICACIÓN DE UN NUEVO TRANSPORTADOR DE RIBOFLAVINA EN *Rhizobium leguminosarum* O DE CÓMO LA CIENCIA BÁSICA PUEDE DERIVAR EN CIENCIA APLICADA

Víctor Antonio García Angulo<sup>1,2</sup>, Hernán Bonomi<sup>1</sup>, Diana Posadas<sup>1</sup>, Ángeles Zorreguieta<sup>1</sup> y Fernando Alberto Goldbaum<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Fundación Instituto Leloir. Patricias Argentinas 435, C.P. 1441. Buenos Aires, Cap. Fed., Argentina. <sup>2</sup> Instituto de Biotecnología, UNAM. Av. Universidad 2001. C.P. 62130, Cuernavaca, Mor., México. [vgarcia@ibt.unam.mx](mailto:vgarcia@ibt.unam.mx)

Palabras clave: *rizobios, leguminosas, transportador de riboflavina*

Los rizobios son un grupo de bacterias capaces de colonizar las raíces de plantas leguminosas e inducir la formación de un órgano especializado denominado nódulo. Dentro de los nódulos, la bacteria se diferencia en bacteroides capaces de reducir el nitrógeno atmosférico en amonio. La disponibilidad de riboflavina es un determinante clave en la capacidad de sobrevivir en la rizósfera y la colonización de los nódulos por parte de los rizobios. En este trabajo se identificó el marco de lectura abierto *RL1692* en *Rhizobium leguminosarum* como candidato a transportador de riboflavina, mediante la detección en su región 5' de un elemento regulatorio tipo riboswitch RFN, común en los genes de algunas proteínas de la vía de biosíntesis de riboflavina así como en transportadores de flavinas. Mediante su expresión heteróloga en una cepa de *Brucella abortus* auxótrofa para riboflavina ( $\Delta ribH/ribH2$ ), demostramos que *RL1692* funciona como transportador de riboflavina y lo renombramos RibZ. RibZ se localiza en la fracción membranal y se regula negativamente por riboflavina. La eliminación de *ribZ* en *R. leguminosarum* reduce los niveles de colonización de nódulos en plantas de chícharo en etapas tempranas de la colonización. La expresión de RibZ en la cepa de *B. abortus*  $\Delta ribH/ribH2$  es capaz de restaurar parcialmente su capacidad para sobrevivir en células de macrófago cultivadas in vitro y en ratones. La inoculación de ratones con esta cepa es capaz de proteger contra la colonización crónica de la cepa silvestre de *B. abortus*, lo que demuestra su potencial como cepa vacunal.

## OPTIMIZACIÓN Y ESTANDARIZACIÓN DE UN MÉTODO BASADO EN DISPERSIÓN DE MATRIZ EN FASE SÓLIDA PARA EL ANÁLISIS DE PLAGUICIDAS ORGANOCLORADOS (POCs) EN LECHE MATERNA

<sup>1</sup>Ayala-Mora, R., <sup>1</sup>Meza-Montenegro, M.M., <sup>2</sup>Valenzuela-Quintanar, A.I., <sup>1</sup>Balderas Cortés, J.J., <sup>1</sup>Cantú-Soto, E.U., <sup>1</sup>Grajeda-Cota, P., <sup>1</sup>Félix Fuentes A., <sup>1</sup>Mondaca-Fernández, I.

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico de Sonora, 5 de febrero 818 sur, col. Centro, Cd. Obregón, Sonora, México Tel. (644) 4109000 ext.2105, [mmeza@itson.edu.mx](mailto:mmeza@itson.edu.mx)

<sup>2</sup>Departamento de Ciencias Alimentarias, CIAD, A. C. Carretera a la Victoria, Km 0.6 Hermosillo, 83000 Sonora, México

*Palabras clave: Plaguicidas Organoclorados, DMFS, Leche Materna.*

**Introducción.** Durante siglos cientos de plaguicidas se han utilizado para el control de plagas o erradicación de ciertos vectores responsables de enfermedades. Por sus propiedades lipofílicas y de persistencia los POCs pueden bioacumularse en los tejidos grasos y en la leche materna y biomagnificarse en la cadena alimentaria, causando efectos en la salud (1). La leche materna puede ser utilizada como uno de los mejores indicadores de exposición a largo plazo a POCs al indicar los niveles de estos contaminantes en grasa materna proporcionando información útil acerca de su toxicocinética de acumulación en los seres humanos y comprender la magnitud de la exposición (2).

**Objetivo.** Estandarizar la técnica de Dispersión en Matriz en Fase Sólida (DMFS) para el análisis de plaguicidas organoclorados en leche materna mediante cromatografía de gases con el fin de monitorear los niveles de estos agroquímicos en mujeres lactantes del sur de Sonora.

**Metodología.** El presente estudio se realizó en el periodo de enero a septiembre de 2011. Tuvo como base la metodología para la extracción y purificación de POCs Dispersión de Matriz en Fase Sólida descrita por Valenzuela-Quintanar *et al.* (2006) (3). La estandarización de la técnica en la matriz biológica leche materna se estableció por medio de los parámetros de linealidad ( $R^2$ ), exactitud (% de recobro) y precisión (CV) establecidos por la USDA. Las modificaciones de la técnica básicamente fueron en la etapa de dispersión; una vez que la muestra estuvo pulverizada se añadió 0.1g alúmina inactivada ( $Al_2O_3$ ) para reforzar la dispersión de los componentes; anteriormente este proceso solo se realizaba con octadecil ( $C_{18}$ ). Con la finalidad de probar la técnica se seleccionó a Pueblo Yaqui considerada como comunidad altamente expuesta a POCs y a Cd. Obregón considerada como comunidad de baja exposición para medir los niveles de 6 POCs (lindano, alfa y beta endosulfan, pp'-DDT, pp'-DDD y pp'-DDE) en 20 mujeres lactantes.

**Resultados y discusión.** La estandarización de la técnica cumplió con los parámetros de calidad establecidos por la USDA para los tres parámetros; presentó una linealidad  $R^2 \geq 0.99$  para los plaguicidas incluidos; los porcentajes de recobro (%R) para 5 de los 6 POCs estuvieron en el intervalo de 87 a 112%, con un CV de 2.4 a 9.8; en el caso del p, p'-DDT no fue factible su estandarización en esta matriz. El pp'-DDE resultó ser el plaguicida dominante encontrándose en el 100% de las muestras de ambas comunidades a una concentración promedio de 19.5  $\mu g/kg$  (intervalo 18.2-22.4) para Pueblo Yaqui, mientras que para Cd. Obregón fue de 22.8  $\mu g/kg$  (intervalo 19.8 – 39.0). El alfa-Endosulfán se encontró en el 40% de las muestras de Cd. Obregón (21.6, 18.4 – 25.0  $\mu g/kg$ ). El resto de los plaguicidas incluidos no se detectaron en ninguna de las dos comunidades.

**Conclusiones.** El método de DMFS mostró una repetibilidad aceptable en la matriz biológica leche materna, para los POCs lindano, alfa y beta endosulfan, pp'-DDD y pp'-DDE. El estudio pone de manifiesto la persistencia y estabilidad de estos xenobióticos en esta matriz biológica.

**Agradecimientos.** Este estudio fue realizado en el Laboratorio de Toxicología Ambiental del ITSON con el apoyo del Cuerpo Académico de "Ambiente y Salud".

**Bibliografía** (1) Qu, W., Suri, R., Bi, X., Sheng, G., y Fu J. (2010). Exposure of young mothers and newborns to organochlorine pesticides (OCPs) in Guangzhou, China. *Science of the Total Environment* 408: 3133–3138.

(2) Devanathan, G., Subramanian, A., Someya, M., Sudaryanto, A., Isobe, T., Takahashi, S., Chakraborty, P. and Tanabe, S. (2009). Persistent organochlorines in human breast milk from major metropolitan cities in India. *Environmental Pollution*, 157: 148-154.

(3). Valenzuela-Quintanar, A., Armenta-Corral, R., Moreno-Villa, E., Gutiérrez-Coronado, L., Grajeda-Cota, P. y Orantes-Arenas, C. (2006). Optimización y validación de un método de dispersión de matriz en fase sólida para la extracción de plaguicidas organofosforados en hortalizas. *Rec. Fac. Agron. (LUZ)*. 23: 464-474.

## ÍNDICE DE AUTORES

### A

Aguilar Apodaca MG	65
Aldama Cano DJ	81
Alc3ntar F3lix OG	83
Alvarado Dur3n GL	70
3lvarez Guti3rrez JM	86
Arag3nL3pez RD	94, 135
Arvayo Enr3quez H	27
3vila Garc3a JC	49
Ayala Mora R	144
Ayala Soto RE	20

### B

Balderas Cort3s JJ	14, 48, 49, 75, 94, 101, 109, 127, 144
Barreras C3rdenas ME	40
Becerril Sitten J	120
Bonomi H	143

### C

Campas Baypoli ON	83
Campos Gonz3lez I	65
Cant3 Soto EU	14, 48, 49, 101, 109, 144
Carrete Nev3rez FJ	47
Casillas Hern3ndez R	37
Casillas Torres CE	88
Castelo Guti3rrez G	88
Castillo Reyna J	52
Castro Longoria R	38
Cedillo Arenas MA	88
Cedillo Cobi3n R	115
Cervantes Carrillo FJ	46
Cervantes P3rez SA	52
Ch3vez Almanza AF	65, 101, 109
Ch3vez 3lvarez PL	42
Chicuate Espinoza K	44
Chir3n Ruelas YA	40
Cira Ch3vez LA	45, 48, 90, 91
C3rdova Morales I	88
Correa Murrieta MA	50
Cruz Acosta YJ	36
Cruz Mend3vil A	41, 52

### D

D3vora Isiordia GE	46
D3az Tenorio LM	20, 86, 115

## E

Escárcega Galaz AA	43
Esquer Martínez RE	70
Estrada Alvarado MI	45, 46, 48, 51, 90, 91

## F

Félix Fuentes A	14, 49, 65, 75, 101, 109, 144
Félix Gutiérrez IJ	87
Fernando J	85
Flores A	89
Flores Roldán MM	90, 91

## G

Galaviz Silva L	35, 82
Gálvez Chan RA	20, 120
García Angulo VA	143
García Gómez C	44
García Mendivil HA	75
Gassós Ortega LE	42
Germán Báez LJ	41, 52
Gil G	85
Gil Núñez JC	86
Gil Palomares MG	135
Goldbaum FA	143
González Galaviz JR	35, 36, 37
Gortares Moroyoqui P	27, 44, 45, 48, 51
Grajeda Cota P	144
Grijalva Chon JM	38
Guerra Lugo M	47
Gutiérrez C	84
Guzmán Fierros E	94

## H

Hernández Chávez JF	86, 115
Hernández F	84
Holguín Soto R	48, 55, 65, 70

## I

Ibarra Gámez JC	35, 36, 37, 81, 82
-----------------	--------------------

## J

Jacobo Hernández CA	135
---------------------	-----

## L

Lares Villa F	37
Leal Martínez MA	80
Leal Almanza J	101, 109
León J	89
López Cervantes J	27, 34, 43, 50, 83
López Mata MA	90, 91
López Meyer M	41
López Ortega CM	70
López Rubio II	87
López Valenzuela JA	41
Luna Badillo C	35, 36, 37

## M

Madrigal Valdez N	65
Maldonado B SR	48
Maldonado Escalante JF	14
Martínez Ayala AV	51
Meza Escalante ER	46
Meza Montenegro MM	14, 49, 75, 101, 109, 144
Molina Barrios R	115
Molina Garza ZJ	35
Mondaca Fernández I	14, 27, 48, 49, 75, 94, 101, 144
Mungarro Ibarra C	127
Muñoz Antillo AR	55

## N

Navarrete Bolaños JL	27, 75
Núñez Castanedo GT	94

## O

Ochoa Meza AR	38, 81
Orduño Almeida MA	80
Ornelas Paz JJ	42, 90, 91
Ortiz Ibarra LF	38

## P

Posadas D	143
Ponce Arollo E	39

## Q

Quiroz Macías ME	82
------------------	----

## R

Ramírez Suárez JC	86
Rentería Mexía AM	65, 70
Reyes Blanco BL	55
Reyes Moreno C	41
Ríos Moiza F	120

Rivas Sillas GI	70
Rivera L3pez J	41
Rodr3guez Anaya LZ	35, 37
Rodr3guez CM	85
Rodr3guez De La O JL	39
Rodr3guez N3ñez JR	50
Rodr3guez Ram3rez R	14, 94
Romero Quijada RE	20
Ruiz Cruz S	42, 45, 49, 80, 88, 90, 91
Ruiz H I	48
Ru3z P3rez M	109

## S

S3nchez Ben3itez M	47
S3nchez D3az R	82
S3nchez Duarte RG	50
S3nchez Machado DI	27, 34, 43, 50, 83
Santos Ballardo DU	52
Santos Coy Castro IE	70
Sarmiento Padilla YM	55
Silva Beltr3n NP	42, 45
Silva Encinas G	120
Soberanes Ahumada A	87
Sol3s Bueno P	65
Sol3rzano Meza JL	109

## T

Tapia Rodr3guez MR	109
Tar3n T	47
Tavares S3nchez OL	42, 85
Tineo Garc3a L	20, 40, 86, 127

## U

Unzueta Bustamante ML	38
-----------------------	----

## V

Valdez Ortiz A	41, 52
Valenzuela C	89
Valenzuela ME	115
Valenzuela Quintanar AI	144
Valenzuela S3nchez KP	43
Vega P3rez JG	87
Velasco Cepeda RI	135
Villanueva D	84
Villanueva Verduzco C	39

## X

Xu Z	85
------	----



<b>Y</b>	
Y3pez EA	47
<b>Z</b>	
Zavala Corrales JL	80
Zorreguieta A	143

El contenido de cada resumen es responsabilidad exclusiva de sus autores y no refleja la opinión del Instituto Tecnológico de Sonora ni del Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias.

La mención de cualquier marca comercial no indica ningún apoyo o recomendación de dichos productos por parte del Instituto Tecnológico de Sonora

Las Memorias del Primer Congreso Nacional de Biotecnología y Ciencias Alimentarias contiene los trabajos presentados durante el evento celebrado del 14 al 18 de Noviembre de 2011 en el Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias del Instituto Tecnológico de Sonora, en Ciudad Obregón, Sonora, México.

El tiraje fue de 250 cd's más sobrantes para reposición.