

Ciencia en la frontera

Revista de ciencia y tecnología de la UACJ

Luis Fernando Plenge Tellechea
(Coordinador)

UACJ



Ciencia en la frontera:
revista de ciencia y tecnología
de la Universidad Autónoma
de Ciudad Juárez

DIRECTORIO

Jorge M. Quintana Silveyra
Rector

David Ramírez Perea
Secretario General

Martha P. Barraza de Anda
Coordinadora General de
Investigación y Posgrado

Hugo Staines Orozco
Director del ICB

Servando Pineda Jaimes
Dirección General de Difusión
Cultural y Divulgación Científica

CONSEJO EDITORIAL

Emilio Álvarez Parrilla
Leonel Barraza Pacheco
Alejandro Donohue Cornejo
Esaúl Jaramillo
Alejandro Martínez
Francisco Molinar Holguín
Antonio de la Mora
Helvia Pelayo Benavides
Luis Fernando Plenge
Joaquín Rodrigo García
Laura de la Rosa
Hugo Staines Orozco
Gilberto Reyes Leal
Yolanda Loya

DIRECTOR

Luis Fernando Plenge

FORMATO

Tomás Enrique Barragán Abreu

CONSEJO EDITORIAL INTERNACIONAL

Álvaro Álvarez Parrilla

Fac. Ciencias, Matemáticas, UABC,
Ensenada, B. C.

Francisco Fernández Belda

Depto. de Bioquímica y
Biología Molecular (A), Universidad
de Murcia, Murcia, España.

Alex Frago Sierra

Fac. de Química, Universidad
de La Habana, Cuba.

Jorge Gardea Torresdey

Chemistry, UTEP, El Paso, Texas.

Armando Gómez Puyou

Investigador Emérito. Instituto de
Fisiología Celular, Depto. Bioquímica,
UNAM. México, D. F.

Gustavo González

Tecnología de Alimentos de
Origen Vegetal, CIAD
Hermosillo, Sonora, México.

Louis Irwin

Biological Science, UTEP, El Paso, Texas.

José Luis Ochoa

CIBNOR, La Paz, B.C.S.

Esther Orozco

CINVESTAV, México, D. F.
Biomedicina Molecular.

María Jesús Periago

Depto. de Bromatología e Inspección de Alimen-
tos, Universidad de Murcia, Murcia, España.

Gaspar Ros Berruezo

Depto. de Bromatología e Inspección
de Alimentos, Universidad de Murcia,
Murcia, España.

Rocío Salceda Sacanelles

Instituto de Fisiología Celular, Depto.
Neurociencias, UNAM, México, D. F.

Fernando Soler

Depto. de Bioquímica y Biología
Molecular (A), Universidad de
Murcia, Murcia, España.

Marieta Tuena de Gómez Puyou

Investigadora Emérita. Instituto de Fisiología
Celular, Depto. Bioquímica, UNAM.
México, D. F.

José Vázquez Tato

Fac. de Ciencias, Depto. de
Química Física. Universidad de
Santiago de Compostela,
España.

Ricardo Tapia Ibarguengoytia

Neurociencias
IFC-UNAM

Herminia Pasantes

Neurociencias
IFC-UNAM

Thomas Kretzschmar Steinle

Área de Geofísica
CICESE en Ensenada
Baja California, México

Ciencia en la frontera: revista de ciencia y tecnología de la UACJ / Universidad Autónoma de Ciudad Juárez,
Coordinación General de Investigación y Posgrado. Vol. 5. (2007). Ciudad Juárez, Chih.: UACJ, 2007.

v. ; 21 cm.

Seriada

1. Ciencias Puras – Publicaciones Periódicas
2. Ciencias Aplicadas – Publicaciones Periódicas
3. Ingeniería – Publicaciones Periódicas

Q4.R48 1999

505.R48 1999

Ciencia en la frontera: revista de ciencia y tecnología de la UACJ es una publicación seriada del Instituto de Ciencias Biomédicas a través de la Coordinación de Investigación y Posgrado del ICB y el Departamento de Ciencias Básicas, Vol. 7, 2009. Reserva al uso exclusivo otorgada por INDAUTOR Núm. 4-2007-030513570700-01 y el ISSN 2007-042X. Publicidad, anuncios y suscripciones, dirigirse a: *Ciencia en la frontera:* revista de ciencia y tecnología de la UACJ, Heroico Colegio Militar 3775, 32310 Ciudad Juárez, Chihuahua, México. Tel. (656) 688 18 85. Hecho en México/Printed in Mexico. Copyright © UACJ

Los manuscritos propuestos para publicación en esta revista deberán ser inéditos y no haber sido sometidos a consideración a otras revistas simultáneamente. Al enviar los manuscritos y ser aceptados para su publicación, los autores quedan que todos los derechos se transfieren a *Ciencia en la frontera:* revista de ciencia y tecnología de la UACJ, quien se reserva los de reproducción y distribución, ya sean fotográficos, en micropelícula, electrónicos o cualquier otro medio, y no podrán ser utilizados sin permiso por escrito de *Ciencia en la frontera:* revista de ciencia y tecnología de la UACJ, véase además notas para autores.

Permisos para otros usos: el propietario de los derechos no permite utilizar copias para distribución en general, promociones, la creación de nuevos trabajos o reventa. Para estos propósitos, dirigirse a *Ciencia en la frontera:* revista de ciencia y tecnología de la UACJ, correo electrónico fplenge@uacj.mx.

CONTENIDO

<i>La esfera social en el “estudio de los mil”: los determinantes en la salud del adulto mayor fronterizo</i> Rodríguez-Tadeo A , Wall-Medrano A, Ornelas-Contreras M, Hernández-Torres RP, Barroso-González JM.....	7
<i>Identificación de especies de Candida en aislamientos clínicos: comparativo entre métodos convencionales, Chromagar Candida® y la prueba molecular de la PCR.</i> Arturo Dávalos Martínez; Deyanira Estrada-Barraza; Alejandro Martínez-Martínez; Luis Flores-Padilla; Luis Octavio Sánchez-Vargas.....	17
<i>Prácticas de higiene en servicios de alimentos de la industria maquiladora de Ciudad Juárez, Chihuahua</i> Barranco-Merino GI, Urquidez-Romero R, Díaz Rivera DJ.....	25
<i>Riqueza y frecuencia de hongos ectomicorizógenos en el municipio de Urique, Chihuahua, México</i> Miroslava Quiñónez Martínez, Pablo Lavin Murcio, Fortunato Garza Ocañas, Antonio De La Mora Covarrubias, Toutcha Lebgue Keleng, Arturo Woocay Prieto.....	33
<i>Adecuación de la fecha de siembra en algodonero para el Valle de Juárez, Chihuahua</i> Baltazar Corral Díaz y Juan Pedro Flores Márgez.....	41
<i>Caracterización del ovino tarahumara para su conservación biológica</i> Jaramillo López Esaúl, Perezgrovas Raúl, Rodríguez Galván Guadalupe, Molinar Holguín Francisco, Rubio Tabarez Ezequiel, Tania Karola Perea ¹ y Zaragoza Lourdes.....	51
<i>Efectos causados por deltametrina y cipermetrina sobre la Ca²⁺-ATPasa de membrana plasmática de eritrocito humano (PMCA4b)</i> Luis Fernando Plenge Tellechea, Manuel David Arellano Carrillo.....	57
<i>Mineralización de nitrógeno orgánico en suelos agrícolas del norte de México</i> Juan P. Flores-Márgez, Baltazar Corral-Díaz, Uriel Figueroa Viramontes, Lizette Mauricio-Rivera, Viridiana Sotomayor-Villezcas.....	63
<i>Microbial Pathogens in Tap Water at Rural Communities of North México</i> Juan P. Flores-Margez, Alberto Ramírez López, Baltazar Corral Díaz, Evangalina Olivas E., Aracely Salazar Monrreal, Roberto Hurtado Jiménez, Gilberto M. Lizárraga Bustamante, George D. Di Giovanni.....	77

Búsqueda de proteínas con posibles aplicaciones biotecnológicas, presentes en el fruto de Solanum elaeagnifolium

Vargas-Requena, C.L., Jiménez-Vega, F., Vargas-Albores, F.....83

Obtención del explante para iniciar un protocolo de micro-propagación de echinocactus parryi, una cactácea en peligro de extinción en Chihuahua

Pedro Osuna, Baltazar Corral, Juan Pedro Flores, Mario Valenzuela, Adriana Castañeda, Susana Sánchez.....87

Diseño de una prensa para comprimir latas de aluminio

Allen Jeannette De León Pérez, David Atayde Campos, Judith V. Ríos Arana, R.A. Saucedo-Acuña, E. Martínez.....97

Differential Display Evaluation of Rat Hypothalamus Transcripts After Chronic Stress.

Arzate-Vázquez, Dulce María; Martínez-Martínez, Alejandro; Pérez-León, Jorge-Alberto; Gosselink, Kristin L.....101

CONTENTS

Identification of Candida species in clinical isolates: comparison between conventional methods, Chromagar Candida® and the molecular assay of the PCR.

Arturo Dávalos Martínez; Deyanira Estrada-Barraza; Alejandro Martínez-Martínez;
Luis Flores-Padilla; Luis Octavio Sánchez-Vargas.....19

The objective of this work was to compare the usefulness of a Polimerase Chain Reaction (PCR) assay to that of the ATB ID32C kit (bioMérieux, France) and conventional methods for the identification of different species of *Candida* isolated from clinical specimens. The PCR patterns were consistent, and the different independent assays revealed reproducibility of the band patterns. The PCR with the specific primers that amplify the ITS1 and ITS2 or topoisomerase II genes was very specific and sensitive method for the identification of *C. albicans*, *C. tropicalis*, *C. krusei* and with minor specificity for *C. glabrata*.

Key words: *Candida*, PCR, ATB ID32C, identificaton, clinical isolates

Richness and frequency of ectomycorrhizal fungi in the municipality of Urique, Chihuahua, Mexico

Miroslava Quiñónez Martínez, Pablo Lavin Murcio, Fortunato Garza Ocañas,
Antonio De La Mora Covarrubias, Toutcha Lebgue Keleng, Arturo Woocay Prieto.....33

The forest ecosystem of the Sierra Tarahumara, Chihuahua contains a high diversity of mushrooms species that play an important role in the dynamics of the communities through the mycorrhiza. In this project it was studied the composition and abundance of ectomycorrhizal fungi (ECM) in four sites of Urique, Chihuahua, during the summer period of 2006 to 2008. There were recorded 74 species of ECM being the genera *Amanita*, *Boletus*, *Russula* and *Lactarius* the most diverse. There were found 20 generalist species and 24 host-specific taxa, mainly in the Cuiteco site, the one with the highest richness of ECM. There were not found dominant species concerning frequency, which it is an indication of the relation ship between diversity of ECM with the pine-oak forest stability.

Key words: Forest, Conservation, Diversity, Mushrooms, Mycorrhiza.

Effects Caused by Deltamethrin and Cypermethrin on the Ca²⁺-ATPase from plasma membrane of human erythrocyte (PMCA4b)

Luis Fernando Plenge Tellechea, Manuel David Arellano Carrillo.....55

Mineralization of Organic Nitrogen in Agricultural Soils

Juan P. Flores-Márgez, Baltazar Corral-Díaz, Uriel Figueroa Viramontes,
Lizette Mauricio-Rivera, Viridiana Sotomayor-Villezcas.....61

The knowledge of manure mineralization under different scenarios in agricultural production is essential for an appropriate use and management of this organic residue. The objective of this study was to determine the N mineralization rate for dairy manure in three types of soils at the Juarez Valley, Chihuahua, as a

part of the project for optimization of organic residues in the North Mexico. Ion exchange resins technique was used to estimate the amount of organic N mineralized during the cotton growing period under field conditions. Three soils with different textures were amended with 150 t/ha Dairy manure, the technique included aluminum cylinders that were installed at the furrow bottom. Significant effect was observed among type of soils ($p < 0.05$) for the total amount of inorganic N trapped in the ion exchange resins, a 95% of N was a nitrate, and 5% as ammonium. Values for potentially mineralizable N (N_0) varied between 75 and 1,054 mg/kg, and the constant rates of N mineralization (k) were between 0.0003 and 0.0085 mg/day. From these data, an estimation of N mineralized was calculated using an exponential model. Amounts of N mineralized were from 50 to 81 mg/kg soil during 151 days of field incubation. These amounts of inorganic N released suggest that the soils studied could supply between 68 and 152 kg/ha N available for plants when 150 t/ha dairy manure are applied. Moreover, organic matter is added with manure applications, in this study an increase in soil TKN was detected at the end of the experiment, also soil fertility and soil water retention increased.

Key words: *syntétic resins, total Kjeldahl nitrogen, soil texture, dairy manure, organic matter.*

Search proteins with biotechnological applications in the berry of Solanum elaeagnifolium

Vargas-Requena, C.L., Jiménez-Vega, F., Vargas-Albores, F.....81

Biotechnology through the molecular characterization of genes and proteins can be used as an excellent tool to provide faster and more accurate identification of proteins and their mechanisms of action and potential uses. In this paper we made an initial approach to the study of genes from the berrys of *Solanum elaeagnifolium* (Trompillo, Silverleaf Nightshade, Bull Nettle) and the coding sequence for proteins with potential biotechnological exploitation and use as antimicrobial agents. The fruit at different stages of maturation was used to generate GenBank, of which 400 clones sequenced, yielding 64 sequences with similarity to proteins known and 164 ESTs, which are already reported in the NCBI GenBank.

Key words: *Solanum elaeagnifolium, trompillo, GenBank*

■ ARTÍCULO ORIGINAL

La esfera social en el “estudio de los mil”: los determinantes en la salud del adulto mayor fronterizo

Rodríguez-Tadeo A^{1,2}, Wall-Medrano A², Ornelas-Contreras M³, Hernández-Torres RP³, Barroso-González JM⁴.

Área temática: Salud comunitaria. Financiamiento: FOMIX CONACYT-Gobierno del Estado de Chihuahua (CHIH-2008-C01-92444)

RESUMEN

El adulto mayor chihuahuense presenta condiciones de salud muy heterogéneas, que incluyen la presencia de enfermedades crónicas (hipertensión, diabetes, artritis), así como algunos factores de riesgo de las mismas, como sobrepeso, obesidad y obesidad troncal. Adicionalmente existen aspectos sociales que condicionan su detección y atención como la baja escolaridad, el estado civil y el acceso a servicios de salud. También presentan incapacidad física, cognitiva y cifras preocupantes de depresión que pueden afectar su estado de salud general o favorecer la aparición de otras enfermedades.

Palabras clave: Salud, adulto mayor, nutrición.

INTRODUCCIÓN

Se puede definir el término envejecimiento en relación con fenómenos fisiológicos, conductuales, sociológicos y cronológicos. Desde el punto de vista médico, se considera como el declive de la capacidad y funciones fisiológicas sobre las cuales actúan los factores sociales y de comportamiento (Salgado, *et al.*, 2005). En la actualidad, tanto en los países industrializados como en los que están en vías de desarrollo, se ha registrado un incremento importante de la población mayor de 60 años. De

acuerdo con las proyecciones del Consejo Nacional de Población en el año 2004, 7.9 millones (7.5%) de adultos en México eran mayores de 60 años y se espera que en 2010 esta cifra supere los 9.9 millones (8.9%), siendo de 15 millones (12.5%) para 2020 y de más de 22 millones (17.5%) para 2030 (CONAPO, 2007).

Una de las consecuencias más importantes del envejecimiento de la población en las sociedades desarrolladas es el aumento de las situaciones de dependencia en las que se encuentran muchos adultos mayores. La ocurrencia de enfermedades

¹ Investigador Responsable: alrodrig@uacj.mx, Instituto de Ciencias Biomédicas – Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Anillo Envoltante del Pronaf y Estocolmo s/n. +52 (656) 688-1821, Fax (656) 688-1800. Ciudad Juárez (32300) Chihuahua, México.

² Universidad Autónoma de Ciudad Juárez-Cuerpo Académico en Salud Comunitaria.

³ Universidad Autónoma de Chihuahua – Facultad de Educación Física y Ciencias del Deporte, Chihuahua, Chihuahua.

⁴ Universidad Autónoma de Chihuahua – Facultad de Enfermería y nutrición, Chihuahua, Chihuahua.

crónico-degenerativas en el paciente geriátrico, aumenta día con día determinando que los estudios sobre sus factores de riesgo, tengan cada vez mayores justificantes (Wong *et al.*, 2006; Franco-Álvarez *et al.*, 2007).

El proceso de transición demográfica se suma a la epidemiológica que ocurre en nuestro país donde, desde la década pasada, observamos que los adultos mayores de 60 años manifiestan condiciones de salud alarmantes, sobre todo de las enfermedades crónico degenerativas. México cuenta con información proporcionada por diversas encuestas epidemiológicas. En 1993, se realizó la Encuesta Nacional de Enfermedades Crónicas (ENEC)(Castro, V. *et al.*, 1996). Durante 1999 se consideró una muestra de la Ciudad de México en la Encuesta de Salud, Bienestar y Envejecimiento (SABE) de la Organización Panamericana de la Salud (OPS). También se llevó a cabo la Encuesta Nacional de Salud (ENSA 2000) y, más recientemente, la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT 2006) (Shamah L. *et al.*, 2008). Gracias a la ENEC y ENSA se conoció que los adultos mayores mexicanos padecen principalmente de hipertensión arterial (HTA), obesidad (OBE), diabetes mellitus tipo 2 (DM2), hipercolesterolemia y algunas patologías renales. La encuesta SABE mostró que esta población sufre especialmente de HTA, problemas articulares, reumatismo, desnutrición y osteoporosis. Datos recientes derivados de la ENSANUT revelan que los adultos mayores presentan prevalencia preocupante de sobrepeso y obesidad, así como de factores de riesgo para enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT) como obesidad troncal e hipercolesterolemia confirmando, además, que las principales patologías que padece esta población son la HTA y DM2 (Shamah L. *et al.*, 2008).

Adicionalmente, existen pocos datos sobre los aspectos sociales y psicológicos que afectan a este grupo de población en la frontera norte de México y acerca de la forma en que éstos repercuten en la salud. Los aspectos psicológicos, físicos y menta-

les no dependen exclusivamente de la edad y hacen que el proceso de envejecimiento difiera de unas personas a otras. De acuerdo con el estudio nacional sobre salud y envejecimiento en México (ENASEM), la población de adultos mayores es ampliamente heterogénea, identificando que los adultos tienen baja derechohabencia de servicios de salud. Asimismo, arroja datos sobre incapacidad física para realizar actividades de la vida diaria, mostrando que esta población presenta condiciones que pueden afectar el estado de salud (Wong, 2007).

En las personas de edad avanzada, como en los jóvenes, existen diferencias individuales que determinan que unos individuos envejezcan bien física y mentalmente y, que otros sufran un envejecimiento prematuro con un rápido declive de sus funciones físicas y mentales. Según la Organización Mundial de la Salud, envejecer activo no implica solamente lograr que la persona permanezca en un buen estado de salud sino que, además, participe activamente en la familia, la comunidad, la sociedad y el estado. Evidentemente, para lograrlo se requiere de un buen estado de salud física y mental, de la existencia de redes sociales y familiares y de condiciones socioeconómicas adecuadas (OMS 2006). En base a todo lo anterior, el presente trabajo tiene como propósito relacionar los factores sociodemográficos y psicológicos asociados con la salud en una muestra no probabilística de adultos mayores en la frontera norte del estado de Chihuahua.

METODOLOGÍA

Población. Se realizó un estudio observacional, descriptivo y transversal. Para el reclutamiento de la muestra se contó tanto con el apoyo de un programa estatal (A) y uno municipal (B) y de siete asilos de la ciudad. Mediante invitación abierta se convocó a participar a los adultos ≥ 60 años a quienes se aplicó un cuestionario diseñado a partir de las preguntas computadas en la encuesta de Salud, Bienestar y Envejecimiento en América Latina y el

Caribe (Wong *et al.*, 2006; Franco-Álvarez *et al.*, 2007).

Características sociodemográficas. Se recolectó información acerca de su residencia (si vive solo, con familia o amigos y/o asilo o casa de asistencia), escolaridad (último grado aprobado) y si es beneficiario de algún programa de ayuda alimentaria. Además se preguntó estado civil y si cuenta con servicios de salud pública o privada.

Autoreporte de enfermedades crónicas y factores de riesgo. Este cuestionario fue diseñado por integrantes del Cuerpo Académico en Salud Comunitaria del instituto de Ciencias Biomédicas de la UACJ y reproducido parcialmente de la Encuesta de Salud, Bienestar y Envejecimiento en América Latina y el Caribe (SABE). Integra varios cuestionarios previamente validados individualmente en distintas poblaciones de habla hispana (Wong *et al.*, 2006) e incluye preguntas relativas a las condiciones de salud con un especial énfasis en el autoreporte de enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT), capacidad funcional (Katz *et al.*, 1963), deterioro mental (Pfeiffer, 1975) y depresión (Sheik y Yesavage, 1986).

Valoración del estado nutricional. Por medio de instrumentos de campo se realizó el levantamiento de información para su análisis, previa estandarización del error humano. En primer lugar, se determinó el peso y la talla de los participantes a partir de la medición de otras variables antropométricas como la circunferencia media de brazo, la de pantorrilla, el pliegue subescapular y la altura de rodilla, utilizando las fórmulas desarrolladas por Chumlea *et al.* (1987), ampliamente utilizadas en la valoración del estado nutricional del adulto mayor. Una vez registrados los valores de peso y talla correspondientes, se calculó el índice de masa corporal (IMC) a partir de la fórmula peso/talla², mismo que se utilizó dentro de la mini encuesta nutricional (MNA, por sus siglas en inglés). El MNA se compone de mediciones simples y preguntas breves que pueden ser contestadas en aproximadamente 10 minutos y que permiten una valoración objetiva del estado

nutricio de personas de la tercera edad (Guigoz *et al.*, 1996) y pacientes hospitalizados (Izaola *et al.*, 2005).

Análisis Estadístico. Los datos se almacenaron en el programa Microsoft Excel versión 2003, realizándose el análisis de frecuencia respectivo a las variables categóricas en estudio. Se determinó la media y la desviación estándar de las variables continuas. En los grupos estratificados por sexo se estimaron las diferencias significativas para cada variable categórica, evaluándose por medio de su Ji cuadrada a un nivel de significancia de $p < 0.05$. Todos los análisis se realizaron mediante el paquete estadístico SPSS versión 16.0 para Windows (SPSS Inc., Chicago IL).

RESULTADOS

Se evaluó a un total de 950 adultos mayores, 652 mujeres (69%) y 298 hombres (31%), cuyo rango de edad se encuentra entre los 60 y 99 años. Los participantes de asilo representan 22% (N=205), los del DIF 53% (N=504) y, los de Vive a Plenitud, 25% (N=241). Los valores promedios del IMC encontrados en la población afiliada a algún programa de asistencia indican que presentan sobrepeso y que la circunferencia de cintura revela la presencia de obesidad central en ambos sexos, en todos los grupos estudiados (Tabla 1).

Características sociodemográficas.

Se consideró importante determinar las características sociales y económicas de la población en estudio. Los datos de escolaridad mostraron que 23% de esta población es analfabeta y que este porcentaje es similar en los tres grupos estudiados. Este resultado evidencia que 77% de la población encuestada sabe leer y escribir. Además, se encontró que 21% no tiene estudios, que 33% estudió algún grado de primaria y que 35% de los adultos mayores la terminaron. También se identificó que 49% de ellos viven en sus propios hogares mientras que 23%

	ASILO		DIF		VP	
	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres
	Media ± DE					
Edad años	75.7±10.5	77.7±9.0	70.1±7.3	71.4±7.9	71.5±6.7	74.4±7.2
Peso Kg	58.7±16.3	62.0±13.9	65.6±14.4	68.8±13.1	65.6±14.9	70.1±14.1
Talla cm	1.55±0.09	1.60±0.09	1.57±0.08	1.60±0.08	1.56±0.09	1.63±0.07
IMC	24.8±6.2	24.1±5.1	26.4±5.5	26.8±5.5	27.3±6.3	26.3±4.9
Cintura cm	93.8±10.8	94.3±11.8	93.5±13.5	96.9±11.0	94.0±15.4	95.1±13.3

Fuente: Estudio de los 1000: salud y nutrición del adulto mayor chihuahuense.

Tabla 1. Características físicas de los participantes.

vive con sus familiares o amigos y, el resto (29%), vive en un asilo. Cabe mencionar que casi 30% de los adultos que pertenecen a programas y no están asilados, vive con familiares y amigos. Otro aspecto importante lo constituye, sin duda, la posibilidad de acceso a servicios médicos, pues ello determina en gran medida la detección de problemas de salud, principalmente enfermedades crónicas, y su monitoreo. Se debe destacar que la mitad de los adultos asilados carece de servicio médico (50%) al igual

que 26% de los del DIF y 28% de los de Vive a Plenitud. Es importante mencionar que quienes pertenecen a estos programas de apoyo para el adulto mayor han sido beneficiados por el seguro popular. Con respecto al estado civil, un dato importante es que sólo 41% están casados (as) mientras que, una gran proporción (39%), son viudos (as) o solteros (16%), sin observarse diferencias significativas entre géneros y grupos de población (Tabla 2).

	TOTAL	A	DIF	VP
Sexo				
Femenino	66	54	76	69
Masculino	34	46	24	31
Edad (años)				
60-69	40	25	54	40
70-79	39	29	34	54
80 o más	21	46	12	6
Escolaridad				
Lee/escribe	77	79	74	77
7 años o más	12	20	8	7
Vivienda				
Asilo/casas de asistencia	29	80	2	4
Hogar con familiares o amigos	23	9	27	32
Hogar propio	49	11	71	64
Servicio médico				
IMSS	38	23	53	38
Seguro Popular	16	3	18	26
Sin servicio	35	51	26	28
Otros	11	23	3	8
Estado civil				
Casado (a)	41	33	47	41
Soltero (a)	16	20	15	13
Viudo (a)	39	44	35	39

Fuente: Estudio de los 1000: salud y nutrición del adulto mayor chihuahuense.

Tabla 2. Características sociodemográficas de los adultos mayores fronterizos.

Enfermedades crónicas y alteraciones en órganos de los sentidos.

A partir del autoreporte se observó que 30% de los adultos mayores encuestados no tiene enfermedades crónicas, 58% presenta 1 o 2 y 12% sufre de 3 o más enfermedades. Estos datos son muy importantes ya que 7 de 10 adultos mayores cuenta con al menos una condición crónica que impacta en su salud y en los costos de atención. Además, se encontró que 47% de la población total padece hipertensión arterial (HTA), 30% muestra problemas de artritis, reumatismo o artrosis, 24% de diabetes mellitus mientras que 11% reporta tener algún problema pulmonar o cardíaco. En menor proporción, se halló que 6% de la población ha presentado algún evento de enfermedad cerebro-vascular. Al analizar los resultados por grupo, se pudo observar que las enfermedades más comunes (HTA y artritis), se dan en mayor medida entre los no asilados ($P<0.05$)(Tabla 3).

Estado nutricional.

Los datos de este estudio, analizados mediante el cuestionario MNA, reportan que 18% de los adultos mayores encuestados presenta malnutrición y que ésta se ve en mayor proporción en los adultos mayores asilados ($P<0.05$)(Tabla 4). Además, puede observarse que la mitad de la población muestra riesgo de malnutrición, condición que prevalece en

los tres grupos. Cabe destacar que los no asilados y los participantes de algún programa de apoyo tienen mejores condiciones nutricionales en comparación con los asilados ($P<0.05$) (Tabla 5).

Estado afectivo.

En relación al estado afectivo de los adultos mayores, 45% presentó algún grado de depresión, lo cual se observa de manera similar entre asilados y no asilados (Tabla 4). Al comparar por grupo, se encontró que esta condición es visible en mayor proporción en el grupo que pertenece a Vive a Plenitud y en los asilados ($P<0.05$) (Tabla 5).

Capacidad cognitiva.

Se identificó que 53% de los adultos mayores evaluados presenta deterioro intelectual y que éste es superior en el grupo de adultos asilados (Tabla 4). Al comparar esta condición entre grupos, se encontró que el deterioro es mayor en adultos asilados respecto a los que pertenecen a algún programa ($P<0.05$) (Tabla 5).

Capacidad física.

Otro aspecto importante, que condiciona la salud y nutrición del adulto mayor, es la capacidad para realizar las actividades cotidianas, observándose que 51% de la población tiene limitaciones físicas,

	ASILO			DIF			VP		
	F	M	TOTAL	F	M	TOTAL	F	M	TOTAL
Sin enfermedad	38	44	41 ^a	17	25	21 ^b	23	32	28 ^b
1-2	58	46	52	59	67	63	61	58	59
3 o más	4	10	7	23	8	16	16	9	13
Hipertensión	33	37	35	66	43	55	56	45	51
Diabetes	24	23	23	33	27	30	27	12	20
Artritis	23	18	21 ^a	45	35	40 ^b	32	27	30 ^b
E del corazón	11	11	11	17	10	14	12	8	10
E pulmonares	4	7	5	13	15	14	11	16	14
E cerebro-vasculares	3	7	5	9	4	6	4	8	6
Hipertensión	33	37	35	66	43	55	56	45	51

Fuente: Estudio de los 1000: salud y nutrición del adulto mayor chihuahuense. Diferente superíndice muestra diferencias significativas ($P<0.05$).

Tabla 3. Enfermedades crónicas no trasmisibles en adultos mayores fronterizos.

lo cual se da en mayor medida en asilados (Tabla 4). Al realizar la comparación por grupos, se encontró que estas condiciones son más visibles en los adultos asilados, luego en los de Vive a Plenitud y, por último, en los del DIF ($P<0.05$) (Tabla 5).

DISCUSIÓN

El propósito del presente trabajo fue relacionar los factores sociodemográficos y psicológicos asociados con la salud en una muestra no probabilística

Tabla 4. Condiciones nutricionales, emocionales y funcionales en adultos mayores.

	Asilados N=215	Programa N=889	Total
Estado nutricional			
Bien Nutrido	16.7a	42.5b	29.6
Malnutrición	28.4a	8.5b	18.5
Capacidad funcional			
Capacidad física completa	19.4a	77.9b	48.6
Incapacidad física	80.6a	22.1b	51.4
Capacidad cognitiva			
Capacidad cognitiva adecuada	24.4a	69.5b	47.0
Incapacidad cognitiva	75.6a	30.4b	53.0
Estado emocional			
Sin depresión	52.1	58.1	55.1
Con depresión	47.9	41.9	44.9

Diferentes superíndices indican diferencias significativas ($P<0.05$).

Tabla 5. Condiciones nutricionales, emocionales y funcionales en adultos mayores por grupo.

	A N=205	DIF N=504	VP N=241	TOTAL
Estado nutricional				
Bien Nutrido	17a	41b	42b	33
Malnutrición	29a	9b	9b	16
Capacidad funcional				
Capacidad física completa	19a	93b	64c	59
Incapacidad física	81a	7b	36c	41
Capacidad cognitiva				
Capacidad cognitiva adecuada	24a	72b	56b	51
Incapacidad cognitiva	76a	28b	44b	49
Estado emocional				
Sin depresión	52a	83b	50a	62
Con depresión	48a	17b	50a	38

Diferentes superíndices indican diferencias significativas ($P<0.05$).

de adultos mayores en la frontera norte de Chihuahua. Como es sabido, el estado de salud no sólo se refiere a la ausencia de enfermedad, sino también a la presencia de factores sociales y psicológicos que atentan contra la misma.

En la frontera norte del país existen pocos estudios que reflejen las condiciones de salud y los factores sociales asociados a éstas. En este estudio se evaluaron 950 adultos mayores de diferentes condiciones sociales y familiares, algunos viviendo en asilos y casas de asistencia y, otros, formando parte de dos programas de asistencia al adulto mayor en la ciudad, que dependen del municipio y/o del estado de Chihuahua. Ambos programas pretenden mejorar la calidad de vida del adulto mayor chihuahuense promoviendo acciones para mejorar las condiciones de salud, con base en diversas actividades como apoyo alimentario a través de despensas o mediante una tarjeta bancaria donde se deposita dinero en efectivo. Además, incluye la formación de grupos o consejos en los que se integran actividades como manualidades, atención psicológica y actividad física. El DIF cuenta hasta la fecha con 1,700 afiliados a su programa de atención al adulto mayor, distribuidos en 50 consejos (grupos) mientras que se cuentan casi 15,000 del programa Vive a Plenitud que tiene dentro de su padrón a 2,800 beneficiarios. Un beneficio adicional ofrecido por estos programas es el apoyo para acceder al seguro popular, servicio que se ha incrementado potencialmente. Sin embargo, además de las estrategias empleadas por estos programas, es necesario conocer cuáles son los principales problemas que afectan a este grupo de población, para posibilitar el diseño de políticas públicas que favorezcan la identificación de condiciones de vulnerabilidad en este grupo etario.

Se observó que esta población muestra una distribución que encaja con la transición demográfica en la que hay más mujeres que hombres y donde la distribución por edad indica que hay mayor proporción de adultos de entre 60 y 79 años. También se observó que el nivel de analfabetismo de los

adultos mayores del presente estudio (23%) fue poco menor al reportado a nivel nacional, comparado con 24.7% de hombres y 31.2% de mujeres de una encuesta probabilística mexicana (Shamah-Levy *et al.*, 2008). Además, se encontró que 1 de cada 3 adultos mayores vive en asilos mientras que el resto vive acompañado de familiares o amigos. Sin embargo, se debe mencionar que 4 de cada 10 están casados en tanto, una gran proporción, son viudos (39%) o solteros (16%), lo que condiciona sus redes sociales y podría ser un aspecto que impacta en sus condiciones emocionales y de salud. En relación a la cobertura de servicios de salud, se halló que 35% no está afiliado a alguna institución de salud, siendo el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) la principal institución prestadora del servicio. Cabe destacar que el pertenecer a un programa de apoyo como DIF o VP representa un beneficio adicional que es el derecho al seguro popular, el cual representa el acercamiento de muchos adultos mayores a atención preventiva y/o de monitoreo sobre las condiciones de salud crónicas que presentan.

De manera similar a lo observado en otras encuestas epidemiológicas, este grupo de población posee una elevada prevalencia (autoreportada) de enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT) como hipertensión arterial, artritis y diabetes, semejante a la predominancia reportada en un estudio realizado recientemente a nivel nacional (Shamah-Levy *et al.*, 2008). Se identificó que 3 de 10 adultos no presentan enfermedades crónicas, pero 50% manifiesta 1 o 2 de éstas y 12% tienen 3 o más.

Respecto al estado nutricional, la malnutrición se observa en mayor medida en los asilados siendo superior a lo reportado en Sonora (15.3%). Cabe señalar que este último reporte incluyó adultos mayores procedentes de zonas urbanas y rurales (Alemán-Mateo *et al.*, 2008). Además, se aprecia que la cifra es inferior en aquellos adultos afiliados a un programa de apoyo, ya que tienen beneficios que permiten que esta condición sea mucho menor en comparación con los asilados.

Por otro lado, la depresión es frecuentemente minimizada y sistemáticamente subdiagnosticada, a pesar de que contribuye a disminuir de manera significativa la calidad de vida de los adultos mayores. En el presente estudio se encontró que, del total de la población, 45% presenta algún grado de depresión, la cual se da de manera similar entre asilados y VP. Este porcentaje es superior al reportado por el estudio SABE realizado en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México en el 2000, de acuerdo a la Escala de Depresión Geriátrica (EDG). Este dato es particularmente importante si se considera que ambos programas tienen apoyo psicológico y en el caso de VP es muy superior a lo encontrado en el DIF.

Con la edad avanzada se produce un declive de las funciones sensoriales y cognitivas. Sin embargo, éste no es general, porque no se produce en todas las funciones orgánicas ni se da por igual en todos los individuos de una determinada edad. En este estudio, el análisis de la capacidad cognitiva (mental) indica que 53% de los adultos mayores evaluados presenta deterioro cognitivo y que esta condición se da en mayor proporción entre asilados que entre afiliados a DIF o VP. Esto probablemente sea debido a que en este grupo de adultos, la población de 80 años o más representa 46% del total. Estos resultados son superiores a los reportados por la encuesta SABE para la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (2000), donde 8% de la población mexicana mayor de 60 años, mostró incapacidad cognitiva de acuerdo a los resultados del examen abreviado del estado mental (Mini Mental State Examination).

En relación a la capacidad física, se identificó que 51% de la población muestra limitaciones físicas y que esta condición se presenta más en adultos asilados, luego en adultos pertenecientes a VP y, por último, en adultos pertenecientes al DIF. Quizá, como en el punto anterior, ello pueda deberse a que el grupo de asilados tiene una gran proporción de adultos mayores de 80 años mientras que en el

de VP más de la mitad de su población tiene 70 años o más, lo cual corrobora que las limitaciones físicas para la realización de actividades de la vida diaria pueden tener relación directa con la edad.

La información antes presentada puede servir para la generación de otras estrategias y acciones concretas que permitan brindar un sistema de oportunidades y condiciones de vida dignos para un envejecimiento sano y productivo de los adultos mayores del estado de Chihuahua.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alemán-Mateo Heliodoro Esparza-Romero, Julián, Rene Urquidez Romero, Humberto Astiazarán García, Flavia A. Pérez Flores, Blanca V. Ochoa Chacón, y Muro E. Valencia (2008), *Prevalence of malnutrition and associated metabolic risk factors for cardiovascular disease in older adults from Northwest, Mexico*, Archives of Gerontology and Geriatrics, 46:375–385
- Ávila-Fúnes, JA, M.P. Garant, S. Aguilar-Navarro (2006), *Relación entre los factores que determinan los síntomas Depresivos y los hábitos alimentarios en adultos mayores de México*. Revista Panamericana de Salud Pública, 19(5): 321–30.
- Castro, V., H. Gómez-Dantés, J. Negrete-Sánchez, R. Tapia-Conyer (1999), *Las enfermedades crónicas en las personas de 60-69 años*, Salud Pública de México; 38:438-447.
- Chumlea, WC, AF Roche, D Mukherjee (1987), *Nutritional assessment of the elderly through anthropometry*, Columbus, OH: Ross Laboratories.
- CONAPO. Consejo nacional de población <<http://www.conapo.gob.mx/publicaciones/2004/sdm23.pdf>> [consulta: octubre, 2007]
- Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (2006), *Resultados por Entidad Federativa. Chihuahua*, Instituto Nacional de Salud Pública, Primera Edición. pág.34.

- Franco-Alvarez, N., JA Ávila-Funez, L Ruiz-Arregui, LM Gutiérrez-Robledo (2007) *Determinantes del riesgo de desnutrición en los adultos mayores de la comunidad: análisis del estudio Salud, Bienestar y Envejecimiento (SABE)*, México, Revista Panamericana de Salud Pública, 22(6): 369-75.
- Guigoz, Y., BJ Vellas, PJ Garry (1996), *Assessing the nutritional status of the elderly. The Mini Nutritional Assessment as part of the geriatric evaluation*, Nutrition Reviews; 54: 59-65
- Izaola, O., L Roman, DA de Cabezas et al. (2005), *Mini Nutritional Assessment (MNA) como método de evaluación nutricional en pacientes hospitalizados*, An. MED. Interna Madrid, 22(7): 313-316.
- Katz, S., AB Ford, RW Moskowitz, BA Jackson, MW Jafee (1963), *Studies of illness in the aged. The index of ADL. A standardized measure of biological and psychosocial function*, Journal of American Medical Association, 185: 914-919.
- Olaiz, G., R Rojas, S Barquera, T Shamah, C Aguilar, P Cravioto, P López, M Hernández, R Tapia, J Sepúlveda. (2003), *La salud de los adultos*, Encuesta Nacional de Salud 2000, Tomo 2, Cuernavaca, Morelos, México, Instituto Nacional de Salud Pública.
- OPS. Organización Panamericana de Salud, (2005), *Condiciones de salud. Salud, Bienestar y Envejecimiento (SABE) en México*. <<http://publications.paho.org/product.php?productid=844>> [consulta: Octubre, 2008]
- Pfeiffer, E. (1975), *A short portable mental status questionnaire for the assessment of organic brain deficit in elderly patients*, Journal of American Geriatric Society, 23: 433-441
- Salgado de Snyder, Nelly V., Tonatiuh T González-Vázquez, Berenice Jáuregui-Ortiz, Pastor Bonilla-Fernández (2005), *No hacen viejos los años, sino los daños: envejecimiento y salud en varones rurales*, México, Salud Pública, 47:294-302
- Shamah-Levy, Teresa, Lucía Cuevas-Nasu, Verónica Mundo-Rosas, Carmen Morales-Ruán, Leticia Cervantes-Turrubiates, Salvador Villalpando-Hernández (2008), *Estado de salud y nutrición de los adultos mayores en México: resultados de una encuesta probabilística nacional*, Salud Pública de México, 50(5): 383-389.
- Sheikh, JI., JA Yesavage (1986), *Geriatric Depression Scale (GDS): Recent evidence and development of a shorter version*, In: Brink TL (Ed.): *Clinical Gerontology: A Guide to Assessment and Intervention*, New York, The Haworth Press, pp 165-173.
- Wong, Rebeca, Mónica Espinoza, Alberto Palloni, (2007), *Adultos mayores mexicanos en contexto socioeconómico amplio: salud y envejecimiento*, Salud Pública de México, 49,(4):s437-47.

■ ARTÍCULO ORIGINAL

Identificación de especies de *Candida* en aislamientos clínicos: comparativo entre métodos convencionales, Chromagar *Candida*[®] y la prueba molecular de la PCR

Arturo Dávalos Martínez¹; Deyanira Estrada-Barraza¹; Alejandro Martínez-Martínez²;
Luis Flores-Padilla³; Luis Octavio Sánchez-Vargas^{1*}.

Reconocimientos: Este proyecto ha sido financiado parcialmente por la UACJ en su convocatoria de Investigación 2008-2009 y por el apoyo PROMEP SEP 2008-2009

RESUMEN

El objetivo en este trabajo ha sido comparar la utilidad de la prueba molecular de la Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR), del método ATB ID32C (bioMérieux, Francia), del cultivo cromogénico Chromagar *Candida*[®] (Chromagar, Francia) y de métodos convencionales en la identificación de aislamientos clínicos de diferentes especies de *Candida*. Los patrones de PCR obtenidos fueron estables y consistentes en los diferentes ensayos independientes y mostraron una buena reproducibilidad. Con los cebadores específicos para cada especie, que amplifican los genes ITS1 e ITS2 del ARNr o del gen de la topoisomerasa II, la PCR demostró ser un método muy sensible y específico para la identificación de los aislamientos de *C. albicans*, *C. tropicalis*, *C. krusei* y, con menor especificidad, de *C. glabrata*.

Palabras clave: *Candida*, PCR, ATB ID32C, identificación, aislamientos clínicos

INTRODUCCIÓN

El incremento en la incidencia de fungemias debido a especies levaduriformes en pacientes inmunodeprimidos susceptibles y la poca sensibilidad del cultivo de sangre convencional para detectar

el crecimiento levaduriforme, han hecho necesario el desarrollo de enfoques alternativos para la detección temprana e identificación de las especies causantes. *C. albicans*, *C. glabrata*, *C. parapsilosis*, *C. tropicalis* y *C. krusei* suman entre el 80 y 90% de las causas de fungemias encontradas en el

¹ Laboratorio de Microbiología Bucal y Diagnóstico Molecular, Instituto de Ciencias Biomédicas, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Ciudad Juárez, Chihuahua, México.

² Laboratorio de Neurobioquímica, Instituto de Ciencias Biomédicas, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Ciudad Juárez, Chihuahua, México.

³ Departamento de Epidemiología, Hospital Regional de zona No. 6, Instituto Mexicano del Seguro Social, Ciudad Juárez, Chihuahua, México.
Dirección de correspondencia/ Corresponding author: Dr. Luis Octavio Sánchez-Vargas. Laboratorio de Microbiología Bucal y Diagnóstico Molecular, Instituto de Ciencias Biomédicas, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Anillo Envolvente del Pronaf y Estocolmo s/n. C.P. 32300. Ciudad Juárez, Chihuahua, México. E-mail: lsanchez@uacj.mx

laboratorio de diagnóstico (Khlif, 2007; Banerjee, 2005). *Candida albicans*, principalmente, ha sido reconocida como la más común de las especies relacionadas a la candidiasis, aunque cada vez más se observan otras especies menos comunes y más resistentes (Chang, 2001). Por lo anterior, un diagnóstico rápido y preciso de estas especies en las infecciones fúngicas invasivas resulta crítico para iniciar el tratamiento adecuado (Ahmad, 2002; Einsele, 1997; Morace, 1999). En la actualidad se han propuesto numerosos métodos para la identificación de los aislamientos clínicos, entre los que destacan el sistema API 20C o el sistema ATB ID 32C (Bikandi, 1998; Espinel-Ingroff, 1998; Melo, 1998; Meyer, 2001; Ramani, 1998; Steffan, 1997). Sin embargo, éstos requieren varios días para lograr dichas identificaciones (Williams, 1995).

Otros métodos propuestos incluyen el uso de medios diferenciales como el Chromagar Candida® que ha sido ampliamente validado. Éste contiene sustratos cromogénicos y provee una identificación presuntiva de las principales especies de importancia médica que incluyen *C. albicans*, *C. tropicalis* y *C. krusei* de manera rápida. A pesar de ello, se debe notar que diversos autores recomiendan practicar pruebas fenotípicas adicionales para la confirmación de estas especies y la identificación de otras especies médicas relevantes (Shin, 1997).

En la actualidad, debido a su gran sensibilidad y especificidad, la prueba molecular de la PCR (por sus siglas en inglés Polimerase Chain Reaction), está resultando prometedora (Khlif, 2007). Algunos laboratorios la han implementado junto con otros métodos moleculares para la tipificación de aislamientos de *Candida*, aunque muchos sólo con fines epidemiológicos o de investigación principalmente (Chang, 2005; Saville, 2005; Sullivan, 1995). A este respecto, diversos autores han propuesto la prueba molecular de la PCR como una rápida y segura herramienta para la identificación de varios hongos patógenos, incluyendo diferentes especies de *Candida* (Bautista-Munoz, 2003).

El objetivo de este trabajo fue comparar el método molecular de la PCR múltiple con los métodos convencionales usados ampliamente para la tipificación de aislamientos clínicos como cultivos, el cultivo cromógeno Chromagar Candida® con el sistema basado en la asimilación de carbohidratos ATB ID 32C de BioMerieux, considerado y propuesto por diversos autores como el estándar de oro en la identificación de especies de *Candida*.

MATERIAL Y MÉTODOS

El presente estudio forma parte de una línea de investigación acerca del estudio de las biopelículas de *Candida* y su expresión de genes. En la primera fase hemos recolectado muestras clínicas y, a partir de los aislamientos clínicos, realizamos su fenotipificación por varios métodos fenotípicos que incluyeron cultivos cromogénicos, formación de pseudohifas en Agar Harina de maíz y perfiles bioquímicos con galerías comerciales. La caracterización molecular se realizó utilizando la prueba molecular de la PCR, empleando cebadores específicos que amplifican los genes ITS1 e ITS2 del ARNr o el gen de la topoisomerasa II.

Los aislamientos clínicos utilizados proceden de la colonización o infección de sujetos de estudio que fueron revisados por un clínico calibrado. Los sujetos provinieron de las clínicas de atención dental de la UACJ y del hospital regional de zona no. 6 del IMSS en Ciudad Juárez, Chihuahua, siendo muestreados en una visita en la que se realizó una evaluación del estado de salud general y de los factores predisponentes de la candidiasis, así como también una evaluación clínica de la boca. Se tomaron los datos demográficos de los pacientes, historia de infecciones fúngicas previas, tratamientos antifúngicos y medicaciones. Se registraron datos clínicos y se recolectaron muestras frotando con hisopo estéril la mucosa bucal, el piso de la boca y la superficie dorsal de la lengua, por ser los sitios de la cavidad bucal que presentan la más alta frecuencia de colonización. Las muestras de can-

didiasis diseminada fueron tomadas de la sangre del paciente infectado. Éstas se codificaron y se colocaron en medio de Stuart para su transporte al laboratorio. Además, se incluyeron varias cepas de referencia obtenidas de la American Type Culture Collection (ATCC). Cada una de las muestras se sembró en placas de CHROMAgar Candida, incubándose a 36 °C durante dos días. Para descartarlos como negativos, se los incubó por un periodo adicional de siete días a una temperatura de 30 ± 1 °C. Con este cultivo cromogénico se hizo una identificación presuntiva de especies de *Candida*, de acuerdo a las características colorimétricas que indica el fabricante para cada especie. Por otra parte, el uso de este medio permitió separar dos o más cepas juntas de diferente especie en un mismo aislamiento. Los cultivos positivos a una o más especies se resembraron y purificaron en placas de agar glucosado de Sabouraud siendo incubados a 36 °C (± 1°C) por dos días. Posteriormente, las especies levaduriformes fueron identificadas por medio del sistema de asimilación de carbohidratos ATB ID 32 C AUX (BioMerieux, Lyon, Francia), sistema estandarizado para la identificación de levaduras, compuesto por ensayos de asimilación miniaturizados. La galería contiene 32 cúpulas cada una con un substrato carbonado en forma deshidratada y la interpretación se efectúa mediante una base de datos. Los aislamientos ya fenotipificados se almacenaron en agua estéril a temperatura ambiente para su uso posterior.

La caracterización molecular fue realizada utilizando la prueba de la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) (Betrémieux, 1994; Viviani, 2006). Para ello se tomó una colonia de *Candida* directamente de un cultivo puro de cada aislamiento a ensayar crecido en agar dextrosa Sabouraud durante 24 h a 37 °C. Posteriormente, fue resuspendida una colonia en un vial con 300 µL de amortiguador de fosfatos (1.4 M NaCl, 50 mM KCl, 90 mM Na₂PO₄·2H₂O, 20 mM KH₂PO₄ y con pH 7.4); para degradar la pared de los hongos se añadieron 125 U de liticasa (50,000 U; Sigma L2524) y se incubó

por 30 min a 37 °C. Luego se agregaron proteinasa K (25 a 50 µL de una solución a 20 mg/mL) y 100 µL de solución de extracción (400 mM Tris-Cl, 1 M NaCl, 20 mM EDTA, 2% dodecil sulfato de sodio) para nuevamente incubar durante 12 h a 65°C. Para la extracción y purificación del ADN fue utilizada la técnica de remoción de proteínas con fenol-cloroformo y para su precipitación se añadió 1 mL de isopropanol absoluto frío y centrifugado a 14000 rpm por 10 min a 4 °C. El sobrenadante se retiró con micropipeta y el ADN precipitado fue lavado con 500 µL de etanol frío al 75% y nuevamente centrifugado a 14000 rpm por 5 min a 4 °C. El etanol fue quitado para desecar el ADN al aire libre durante 2 h. El precipitado deshidratado obtenido se resuspendió en 50 µL de agua estéril desionizada y se cuantificó y ajustó a una concentración de 1mg/µL para su posterior amplificación. Las muestras de ADN obtenidas fueron conservadas a -80 °C por tiempo indefinido hasta su utilización.

En la reacción de PCR se emplearon cebadores específicos para cada especie, que amplifican los genes ITS1 e ITS2 del ARNr o del gen de la topoisomerasa II, los cuales se presentan en la Tabla 1.

El cóctel para cada reacción de PCR fue preparado con 12.5 µL de 2X Go Taq Master Mix (Promega, USA), 2.5 µL de primer (Invitrogen, USA) mix (sentido y antisentido a una concentración final de 0.5mM para cada uno) de cada especie y 5µL del ADN previamente extraído. Dicha reacción fue aforada a 25 µL de agua libre de Nucleasas. Un control negativo contenía únicamente agua en lugar de ADN. El termociclador (MULTIGENE Labnet Internacional, Inc.USA) fue programado para las reacciones de PCR para amplificación de los genes ITS1/ITS2 con las siguientes condiciones de temperatura y tiempo para cada especie: la fase inicial de desnaturalización se estableció a 96 °C por 5 min, seguida por 38 ciclos, iniciando con una temperatura de 96 °C durante 30 s, seguida por la fase de alineación a 54 °C por 30 s y una fase de elongación a 72 °C durante 30 s. Por último, se programó una fase de elongación final a 72 °C por 10 min.

Tabla I. Cebadores específicos para cada especie de *Candida*.

Especie	Nombre	Secuencia 5' _ 3'	Gen	Pb	Referencias
<i>C. albicans</i>	CALB1 F	TTT ATC AAC TTG TCA CAC CAG A	ITS1 e ITS2 del ARNr	273	Lou y Mitchell, 2002
	CALB2 R	ATC CCG CCT TAC CAC TAC CG			
<i>C. dubliniensis</i>	CDBF28	AAA TGG GTT TGG TGC CAA ATT A	Topoisomerasa II	816	Kanbe et al., 2002
	CDBR110	GTT GGC ATT GGC AAT AGC TCT A			
<i>C. glabrata</i>	CGB F35	CCC AAA AAT GGC CGT AAG TAT G	Topoisomerasa II	674	Kanbe et al., 2002
	CGBF103	ATA GTC GCT ACT AAT ATC ACA CC			
<i>C. guilliermondii</i>	CGLF41	CCC AAA ATC ACA AAG CTC AAG T	Topoisomerasa II	205	Kanbe et al., 2002
	CGLR61	TAC GAC TTG AAG TTG CGA ATT G			
<i>C. krusei</i>	CKSF35	GAG CCA CGG TAA AGA ATA CAC A	Topoisomerasa II	227	Kanbe et al. 2002
	CKSR57	TTT AAA GTG ACC CGG ATA CC			
<i>C. tropicalis</i>	CTR1	CAA TCC TAC CGC CAG AGG TTA T	ITS1 e ITS2 del ARNr	357	Luo y Mitchell, 2002
	CTR2	TGG CCA CTA GCA AAA TAA GCG T			

El análisis electroforético de los productos de la PCR de las especies de *Candida* fue visualizado en un gel de agarosa al 1.5 % con 1 $\mu\text{g}/\text{mL}$ de bromuro de etidio. Para dicho análisis se preparó el amortiguador Tris/Acético/EDTA (TAE) 1X, que fue vertido en la cámara electroforética (Gel XL Ultra V2 Labnet International, Inc, USA) conteniendo el gel de agarosa. Cada pozo del gel de agarosa se cargó con 5 μL del producto de la PCR y, sólo un pozo, fue cargado con 5 μL del marcador de pares de bases (Mpb), pBR322 digerido con HaeIII (Sigma, USA). Se aplicó a la cámara un voltaje de 100 V durante 20 a 25 min, dependiendo del corrimiento del amortiguador. Los amplicones y los marcadores de pares de bases fueron visualizados a través de su interacción con bromuro de etidio y la exposición a luz ultravioleta (Dyna Light Dual Intensity UV Transiluminator Labnet International, Inc. USA). La documentación fotográfica de los geles se realizó con el sistema VersaDoc (Bio-RAD, Inc. USA).

RESULTADOS

Se estudiaron 64 aislamientos clínicos de *Candida* provenientes de la colonización o infección en la cavidad oral de diversos grupos de pacientes.

La tabla 2 muestra los resultados y las diferencias obtenidas en la identificación de especies por

medio de la prueba molecular de la PCR y a través de los cultivos en CHROMAgar *Candida*, se observaron algunas diferencias en las frecuencias de especies respecto a la determinación mediante el sistema ATB ID 32 C AUX, considerado en este ensayo como el estándar de oro.

Las prevalencias por especies, identificadas utilizando el sistema ATB ID 32 C AUX, revelan que la especie más frecuente fue *C. albicans* con 57.7% (37 casos), seguida por *C. tropicalis* con 15.6% (10 casos), *C. glabrata* y *C. krusei* con 6.3 % cada una (4 casos respectivamente), *C. intermedia* y *C. famata* con 3.1% cada una (2 casos respectivamente), *C. kefyr*, *C. lusitanae*, *Rodotorula mucilaginosa* y *Sacharomyces cerevisiae* se evidenciaron en un caso cada una (1.6% respectivamente).

Respecto al reconocimiento de especies mediante el medio cromogénico CHROMAgar *Candida*®, las especies observadas fueron *C. albicans*, presentándose con mayor frecuencia en 37 casos (57.8%), seguida de *C. glabrata* en 13 casos (20.3%), *C. tropicalis* en 9 casos (14.1%) y *C. krusei* en dos casos (3.1%). Se observaron aislamientos identificados como *Candida* no-*albicans* en 1 caso (1.6%) y dos casos identificados como no-*Candida* (3.1%) ya que no se pudo determinar plenamente un color y textura característica.

Las diferencias y similitudes de identificación por los tres métodos se muestran en la tabla 3. La

Tabla 2. Comparativo en la identificación de especies mediante los métodos ID 32C, PCR, Chromagar y filamentación en agar harina de Maíz.

Especies	No. de aislamientos	No. de resultados positivos			
	Clínicos	ATB ID 32C	PCR	Chromagar	Filamentación en Agar Harina de Maíz
<i>C. albicans</i>	37 (57.8%)	37 (57.8%)	38 (59.4%)	37 (57.8%)	22 de 37
<i>C. tropicalis</i>	10 (15.6%)	10 (15.6%)	14 (21.9%)	9 (14.1%)	9 de 10
<i>C. glabrata</i>	4 (6.3%)	4 (6.3%)	2 (3.1%)	13 (20.3%)	1 de 4
<i>C. krusei</i>	4 (6.3%)	4 (6.3%)	4 (6.3%)	2 (3.1%)	3 de 4
<i>C. intermedia</i>	2 (3.1%)	2 (3.1%)	0	0	0
<i>C. famata</i>	2 (3.1%)	2 (3.1%)	0	0	0
<i>C. kefyr</i>	1 (1.6%)	1 (1.6%)	0	0	1 de 1
<i>C. lusitanae</i>	1 (1.6%)	1 (1.6%)	0	0	0
<i>Rodotorula mucilaginosa</i>	1 (1.6%)	1 (1.6%)	0	0	0
<i>Sacharomyces cerevisiae</i>	1 (1.6%)	1 (1.6%)	0	0	0
No-albicans	NA	NA	0	1 (1.6%)	0
No-Candida	NA	NA	0	2 (3.1%)	0
Negativo	0	0	6 (9.4%)	0	23
TOTAL	64 (100%)	64 (100%)	64 (100%)	64 (100%)	64 de 64

morfología filamentosa en Agar Harina de maíz de las especies de *Candida*, indicó que 22 de 37 aislamientos de *C. albicans* formaron hifas verdaderas o pseudohifas, del mismo modo que lo hicieron 9 de 10 aislamientos de *C. tropicalis*, 3 de 4 aislamientos de *C. krusei* y un aislamiento de *C. glabrata* y de *C. kefyr* respectivamente.

Las figuras 1 y 2 muestran los productos obtenidos por los ensayos de PCR con los aislamientos clínicos estudiados.

El método molecular de la PCR mostró una especificidad y sensibilidad del 100% sólo para el caso de *C. Krusei*, lo que significa que este método no identificó falsos positivos o falsos negativos. Para *Candida glabrata* la sensibilidad fue del 50% ya que este método presentó 2 falsos negativos aunque mostró una sensibilidad del 100% con ningún falso positivo.

C. albicans y *C. tropicalis* evidenciaron una sensibilidad del 100%, mostrando una especificidad del 96.4% y 93.1% respectivamente ya que, por la prueba molecular de la PCR, se identificó 1 falso positivo para la primera y 4 falsos positivos para la segunda.

Tabla 3. Sensibilidad y especificidad de la prueba molecular de PCR comparada con el sistema ID 32 CAUX.

Especie	ID 32 CAUX		PCR		E	S
	N	%	N	%		
<i>C. albicans</i>	37	57.8	38	59.4	96.4	100
<i>C. tropicalis</i>	10	15.6	14	21.9	93.1	100
<i>C. glabrata</i>	4	6.3	2	3.1	100	50
<i>C. krusei</i>	4	6.3	4	6.3	100	100

E=Especificidad S=Sensibilidad

DISCUSIÓN

Nuestros resultados revelan que el ensayo de la PCR múltiple resulta altamente discriminatorio para identificar las especies de *Candida* más frecuentemente encontradas en especímenes clínicos, con la excepción de *C. glabrata* para la cual observamos una sensibilidad del 50%. Los patrones obtenidos de la PCR son consistentes usando los cebadores que amplifican los genes ITS1 e ITS2 del ARNr o del gen de la topoisomerasa II y muestran resultados confiables, rápidos y repetibles, además de una metodología simple para la identificación de especies de *Candida*.

Se han reportado ensayos de PCR múltiple usando diversas secuencias por lo que, sabemos que la identificación de especies requiere futuras manipulaciones de los productos de la amplificación, usando enzimas de restricción (Sullivan, 1995; Taylor, 1999), pruebas con marcadores enzimáticos o radioactivos (Martin, 2000; Shin, 1997) o secuenciación del ADN (Ahmad, 2002; Niesters, 1993; Saville, 2005).

En conclusión, la prueba molecular de la PCR múltiple utilizando los cebadores que amplifican los genes ITS1 e ITS2 del ARNr o del gen de la topoisomerasa II es muy específico y sensible para lograr la identificación de importantes especies patógenas de *Candida* incluyendo *C. albicans*, *C. tropicalis* y *C. krusei*.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahmad S, Khan Z., AS Mustafa, ZU Khan. (2002), *Seminested PCR for diagnosis of candidemia: comparison with culture, antigen detection, and biochemical methods for species identification*, J Clin Microbiol; 40: 2483-2489.
- Banerjee, U. (2005), *Progress in diagnosis of opportunistic infections in HIV/AIDS*, Indian J Med Res; 121: 395-406.
- Bautista-Munoz, C., XM Boldo, L. Villa-Tanaca, C. Hernández-Rodríguez (2003), *Identification of Candida spp. by randomly amplified polymorphic DNA analysis and differentiation between Candida albicans and Candida dubliniensis by direct PCR methods*, J Clin Microbiol; 41: 414-420.
- Betremieux, P., S. Chevrier, G. Quindos, D. Sullivan, L. Polonelli, C. Guiguen (1994), *Use of DNA fingerprinting and biotyping methods to study a Candida albicans outbreak in a neonatal intensive care unit*. Pediatr Infect Dis J. 13(10):899-905.
- Bikandi, J., R. San Millán, MD Moragues, G. Cebas, M. Clarke, DC Coleman, DJ Sullivan, G. Quindós, J. Pontón (1998), *Rapid identification of Candida dubliniensis by indirect immunofluorescence based on differential localization of antigens on C. dubliniensis blastospores and Candida albicans germ tubes*. J Clin Microbiol; 36: 2428-2433.
- Chang, HC, SN Leaw, AH Huang, TL Wu, TC. Chang (2001), *Rapid identification of yeasts in positive blood cultures by a multiplex PCR method*, J Clin Microbiol; 39: 3466-71.
- Einsele, H., H. Hebart, G. Roller, J. Löffler, I. Rothenhofer, CA Muller, RA Bowden, J. van Burik, D. Engelhard, L. Kanz, U. Schumacher (1997), *Detection and identification of fungal pathogens in blood by using molecular probes*, J Clin Microbiol; 35: 1353-1360.
- Espinell-Ingroff, A., L. Stockman, G. Roberts, D. Pincus, J. Pollack, J. Marler (1998), *Comparison of RapID yeast plus system with API 20C system for identification of common, new, and emerging yeast pathogens*, J Clin Microbiol; 36: 883-886.
- Khelif, M., H. Sellami, A. Sellami, F. Makni, F. Cheikhrouhou, H. Chelly, M. Bouaziz, A. Ayadi (2007), *Detection and identification of Candida sp. by PCR in candidemia diagnosis*. J Mycol Me´dicale; 17: 256-260.
- Martin, C., D. Roberts, M. van Der Weide, R. Rossau, G. Jannes, T. Smith, M. Maher (2000), *Development of a PCR-based line probe assay for identification of fungal pathogens*, J Clin Microbiol; 38: 3735-3742.
- Melo, AS., LP de Almeida, AL Colombo, MR. Briones (1998), *Evolutionary distances and identification of Candida species in clinical isolates by randomly amplified polymorphic DNA (RAPD)*, Mycopathologia; 142: 57-66.
- Meyer, W., K. Maszewska, TC. Sorrell (2001), *PCR fingerprinting: a convenient molecular tool to distinguish between Candida dubliniensis and Candida albicans*, Med Mycol; 39: 185-193.

- Morace, G., L. Pagano, M. Sanguinetti, B. Postero, L. Mele, F. Equitani, G. D'Amore, G. Leone, G. Fadda (1999), *PCR-restriction enzyme analysis for detection of Candida DNA in blood from febrile patients with hematological malignancies*, J Clin Microbiol; 37: 1871-1875.
- Niesters, HG., WH Goessens, JF Meis, WG. Quint (1993), *Rapid, polymerase chain reaction-based identification assays for Candida species*, J Clin Microbiol; 31: 904-910.
- Ramani, R., S. Gromadzki, DH Pincus, IF Salkin, V. Chaturvedi (1998), *Efficacy of API 20C and ID 32C systems for identification of common and rare clinical yeast isolates*, J Clin Microbiol; 36: 3396-3398.
- Saville, SP., DP Thomas, JL Lopez-Ribot. (2005), *Use of genome information for the study of the pathogenesis of fungal infections and the development of diagnostic tools*, Rev Iberoam Miccol; 22: 238-241.
- Shin, JH., FS Nolte, CJ. Morrison (1997), *Rapid identification of Candida species in blood cultures by a clinically useful PCR method*, J Clin Microbiol; 35: 1454-1459.
- Steffan, P., JA Vazquez, D. Boikov, C. Xu, JD Sobel, RA. Akins (1997), *Identification of Candida species by randomly amplified polymorphic DNA fingerprinting of colony lysates*, J Clin Microbiol; 35: 2031-2039.
- Sullivan, DJ, TJ Westerneng, KA Haynes, DE Bennett, DC. Coleman (1995), *Candida dubliniensis sp. nov: phenotypic and molecular characterization of a novel species associated with oral candidosis in HIV-infected individuals*, Microbiology; 141: 1507-1521.
- Taylor, J., D. Jacobson, M. Fisher (1999), *The evolution of asexual fungi: reproduction, speciation and classification*, Annu Rev Phytopathol; 37: 197-246.
- Viviani, MA., M. Cogliati, MC. Esposto, A. Prigitano, AM. Tortorano (2006), *Four-year persistence of a single Candida albicans genotype causing bloodstream infections in a surgical ward proven by multilocus sequence typing*, J Clin Microbiol; 44(1):218-21.
- Williams, DW., MJ Wilson, MA Lewis, AJ. Potts (1995), *Identification of Candida species by PCR and restriction fragment length polymorphism analysis of intergenic spacer regions of ribosomal DNA*, J Clin Microbiol; 33: 2476-2479.

■ ARTÍCULO DE REVISIÓN

Prácticas de higiene en servicios de alimentos de la industria maquiladora de Ciudad Juárez, Chihuahua

Barranco-Merino GI¹, Urquidez-Romero R¹, Díaz Rivera DJ²

Área: Medicina y Ciencias de la Salud

RESUMEN

Se realizó un estudio de investigación para analizar el caso de los servicios de alimentos ofrecidos por ocho empresas maquiladoras de Ciudad Juárez, usando los estándares de la NOM-093-SSA1-1994. Los datos se evaluaron usando el programa SPSS Versión 15.0. Los riesgos de contaminación de alimentos que obtuvieron mayores frecuencias fueron el “área seca y ventilada”, “hornos limpios y en buen estado” y la “falta de un vehículo exclusivo para el transporte de alimentos”, presentándose en el 100% de los comedores evaluados. Se concluyó que es importante incidir en el mejoramiento de las condiciones de transporte de alimentos en las empresas evaluadas.

Palabras Clave. Servicios de alimentos, higiene, ETA's, comedores industriales.

INTRODUCCIÓN

Para preservar y promover la salud del individuo es fundamental una buena alimentación. La calidad más importante de los alimentos es su capacidad nutricional pero, su consumo en condiciones poco higiénicas y bajo medidas sanitarias no controladas, provoca en el individuo las llamadas Enfermedades Transmitidas por Alimentos (ETA's). Éstas constituyen un problema epidemiológico impor-

tante que amerita la atención del sector salud en todos los países del mundo. Sólo conociendo los factores que originan y condicionan la contaminación de los alimentos se puede identificar y, entonces, aplicar correctamente las medidas necesarias para contrarrestarlas (Caballero-Torres y Legomín-Fernández, 1998).

La eficiencia de la higiene se determina a través de multitud de factores durante la transformación, almacenamiento, manipulación y suministro de los ali-

¹ Profesor-investigador del programa de Nutrición de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez (UACJ).

² Licenciada en Nutrición egresada de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez (UACJ).

M. en C. Germán Isidro Barranco Merino gibarran@uacj.mx

M. C. Urquidez Romero rurquide@uacj.mx

Lic. en Nut. Díaz Rivera Dinorah Jaaziel jacy_90@yahoo.com

mentos, los cuales pueden afectar seriamente la salud. Debido a lo anterior, es preciso conocer las condiciones de estructura, maquinaria, limpieza, elaboración y conservación de los alimentos en los comedores. En este sentido, un buen índice de la calidad higiénica de los alimentos es su calidad microbiológica, mientras que un buen indicador de la misma, son las prácticas de manipulación en los productos alimenticios (Berlanga de la Peña *et al.*, 2007)

A través de los siglos se ha desarrollado un gran número de técnicas para elaborar, procesar y/o convertir la materia prima por lo que, en la actualidad, tener un sistema que respalde las operaciones del manipulador de alimentos es muy importante. En México, las prácticas de manipulación de alimentos en establecimientos fijos utilizadas hoy en día, son controladas por la Secretaría de Salud a través de la NOM-093-SSA1-1994. Sus disposiciones, obligan a los prestadores del servicio (manipuladores de alimentos), a someterse a prácticas correctas, tratando de garantizar la reducción de los factores de riesgo que, durante la preparación de alimentos, influyen en la transmisión de las ETA's. Sin embargo, es común observar prácticas que se contraponen a las medidas básicas de higiene de alimentos. Asimismo, la percepción de la población es que el sector salud cuenta con infraestructura y organización insuficientes para cubrir la supervisión y verificación sanitaria en todos los establecimientos que ofrecen este servicio.

Actualmente, existen normas internacionales reguladoras de la actividad en materia de manipulación de alimentos, cuya finalidad es que los alimentos sean seguros tanto para los países que los producen y procesan como para los países a los que se exportan. Este esfuerzo del comité de "CODEX ALIMENTARIUS" a nivel internacional, es respaldado por las regulaciones internas de cada país. En México, por ejemplo, están las normas oficiales mexicanas establecidas por la Secretaría de Salud.

El principal enfoque de este trabajo de investigación es analizar el caso de los servicios de ali-

mentos, llamados por su nombre urbano cafeterías industriales, con los estándares de la NOM-093-SSA1-1994, utilizada para evaluar este tipo de establecimientos. Por ello se ha realizado este estudio que muestra cuáles son las prácticas más descuidadas en materia de seguridad de alimentos.

ANTECEDENTES

Las enfermedades de transmisión alimentaria constituyen uno de los problemas de salud pública más extendidos en el mundo ya que provocan daños a la salud y pérdidas económicas. La aplicación de medidas oportunas de prevención requiere conocer la distribución y ocurrencia de los factores de riesgo, los agentes patógenos prevalentes y los principales alimentos involucrados.

Las ETA's se clasifican de acuerdo a su capacidad de producir intoxicaciones o infecciones. La totalidad de los agentes involucrados en el problema es compleja, lo cual se relaciona directamente con la capacidad de determinación de todos los agentes que puedan estar involucrados en un problema dado. Aún no se termina de cuantificar la verdadera dimensión de las ETA's en el mundo y ello resulta más visible en los países latinoamericanos, con pobres sistemas de registro, identificación y reporte de las enfermedades a los sistemas de vigilancia de patógenos (Moreno y Acuña, 2002).

En 1998, Caballero Torres y Lengomín-Fernández, publicaron los resultados de un estudio realizado en 253 establecimientos que procesan y ofertan productos alimenticios de alto riesgo epidemiológico. Los principales factores de riesgo evidenciados fueron el insuficiente lavado de manos y el mantenimiento de alimentos a temperaturas inadecuadas. Asimismo, de manera destacada, se encontró en los controladores de las actividades alimentarias una mayor frecuencia de deficiencias debidas al desconocimiento de aspectos técnicos y a la falta de selección de etapas importantes para el control. De igual forma, entre los principales pro-

blemas se detectaron aquellos originados por los consumidores al derramar alimentos y al tener conversaciones encima de los productos alimenticios ofertados.

El estudio de Berlanga de la Peña *et al.* (2007), reveló que el deficiente lavado de manos es una de las prácticas más frecuentemente descubiertas en un grupo de servicios de alimentos a ocho orfanatos en el municipio de Torreón, Coahuila, México. Ello confirma que el problema deriva de la falta de capacitación del personal. En 2004, Mendoza y colaboradores, realizaron un estudio en una empresa de embutidos que arrojó como resultado la falta de capacidad de los empleados para laborar en este lugar.

Caballero-Torres *et al.*, (2001), desarrollaron otro estudio en el que lograron eliminar el reporte de brotes de enfermedades transmitidas por alimentos y mejorar el estado higiénico-sanitario de las instalaciones estudiadas. Para ello, utilizaron un método de trabajo que incluyó el control sanitario durante el procesamiento de alimentos, la educación sanitaria de los manejadores y el uso de programas de limpieza y desinfección.

En Ciudad Juárez, se brindan servicios de alimentación ampliamente distribuidos en la ciudad que comprenden diferentes tipos de servicio, entre los que se encuentran cafeterías escolares, restaurantes, servicios de comida rápida, guarderías, albergues, asilos, hospitales y, particularmente, de forma muy importante por el volumen de consumidores que implican, comedores industriales. Esta ciudad, por ser fronteriza con Estados Unidos, presenta características especiales para la atracción de mano de obra. Ello implica que 40% de la población del estado de Chihuahua se concentre en Ciudad Juárez. Su población es de 2 millones de habitantes aproximadamente, registrándose que 32% de la misma procede de otras ciudades (Carlos, 2006). Por otro lado, es la ciudad que cuenta con mayor número de empleados y empleadas en la industria maquiladora de exportación en el mundo. Con datos de la Cámara Nacional de la In-

dustria de la Transformación (CANACINTRA) de marzo del 2006, Carlos (2006), afirma que el número de empleados y de empleadas en la Industria Maquiladora de Exportación es de 237 mil 679, registrando una diferencia negativa de 26,562 respecto al año 2000.

Es bien conocido que, en el manejo de productos alimenticios para el hombre, las buenas prácticas de Higiene y Manufactura juegan un papel muy importante tanto en la producción como en el almacenamiento del producto terminado (Mendoza *et al.*, 2004). En los servicios colectivos de comedor se configuran riesgos a la salud bajo condiciones no comunes en otros establecimientos. La preparación de grandes volúmenes de alimento afecta de manera notable el flujo de calor, lo que hace más lentos los procesos de enfriamiento o de calentamiento. El resultado es una mayor oportunidad para la proliferación o sobrevivencia de microorganismos patógenos, a lo cual ayuda de manera directa la contaminación cruzada (Hernández *et al.*, 2004).

De ahí que la evaluación de los peligros sea fundamental para diseñar medidas confiables que eliminen o mantengan bajo control las fuentes y los mecanismos potenciales de contaminación. Los peligros pueden detectarse mediante la observación de las facilidades disponibles, de las prácticas de trabajo y por la verificación a través de exámenes de laboratorio (Hernández *et al.*, 2004).

Las jornadas de trabajo de los trabajadores y trabajadoras industriales, llegan a ser de 12 horas promedio al día, lo cual implica que éstos deban permanecer en sus centros de trabajo, si no todo el día, la mayor parte del mismo. Por ello, el principal enfoque de este trabajo de investigación es analizar el caso de los grandes servicios de alimentos, llamados por su nombre urbano cafeterías industriales, con el fin de conocer las prácticas de mayor riesgo en materia de seguridad de alimentos, con los estándares que encierra la NOM-093-SSA1-1994.

METODOLOGÍA

Tipo de estudio

El presente estudio se entiende como prospectivo, longitudinal, comparativo y observacional pues no se influyó en ninguno de los procesos de elaboración y manipulación de los alimentos, es decir, sólo se compararán las variables en las diferentes poblaciones (comedores industriales) evaluadas.

Población

El estudio se aplicó a ocho cafeterías industriales de una empresa concesionaria en Ciudad Juárez.

Metodología

Se seleccionó un grupo de cafeterías industriales de Cd. Juárez que brindan servicios de alimentos a sus empleados. Posteriormente, se solicitó la autorización necesaria a la concesión que administra el servicio de alimentos. Autorizada la intervención, se recopiló información sobre las prácticas de manipulación de alimentos, para determinar la frecuencia de aquellas que representan un riesgo en el manejo y preparación de alimentos mediante la aplicación de la cédula de verificación sanitaria de la NOM-093-SSA1-1994.

En esta norma se valoraron 9 áreas generales, 25 sub-áreas y 150 puntos de verificación directa. Se registró con el número 3 aquellos puntos que no aplican (NA), es decir, los puntos no valorados en un establecimiento debido a su inexistencia en el prestador de servicios de alimentos (comedor industrial) evaluado. Se dio valor 1 a los puntos que sí se cumplieron y valor 2 a aquellos que no se cumplieron, representándolos como un factor de riesgo.

En cada maquiladora la evaluación se realizó por tres veces consecutivas en dos diferentes turnos con la finalidad de descartar las dos primeras aplicaciones, evitando sesgos en los resultados al establecer mayor confianza con el personal en tur-

no. De esta manera, sólo se analizó la última verificación realizada.

Análisis estadístico.

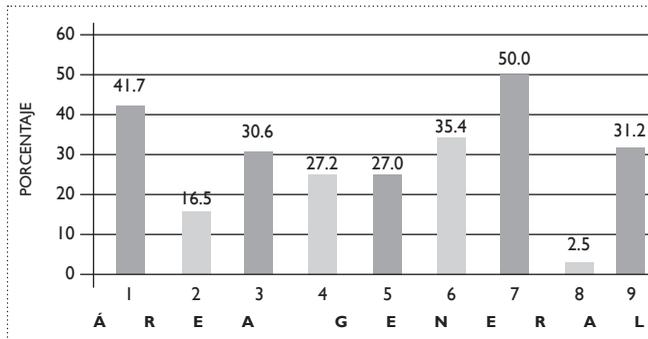
Para la presentación descriptiva de la información se usó un análisis de frecuencia de aquellos indicadores representados como de riesgo, es decir, de aquellos puntos críticos que no cumplieron con lo establecido en la NOM-093-SSA1-1994. Se realizaron comparaciones de los principales resultados encontrados en los diferentes comedores industriales. La información se almacenó en una base de datos, utilizando la hoja de cálculo “Excel versión 7.0” y el análisis se realizó en el paquete estadístico: “SPSS versión 15.0”.

RESULTADOS

En la gráfica 1 se observa el área general que, en el conjunto de visitas a los 8 establecimientos, menos cumplió con lo establecido por la NOM-093-SSA1-1994. En el total de las visitas realizadas a los establecimientos, se encontró que de las 9 áreas evaluadas, la que más riesgos de contaminación de alimentos presentó, fue el área de transporte (7) con 50 %, mientras que el área de materiales (8), sólo presentó 2.5%.

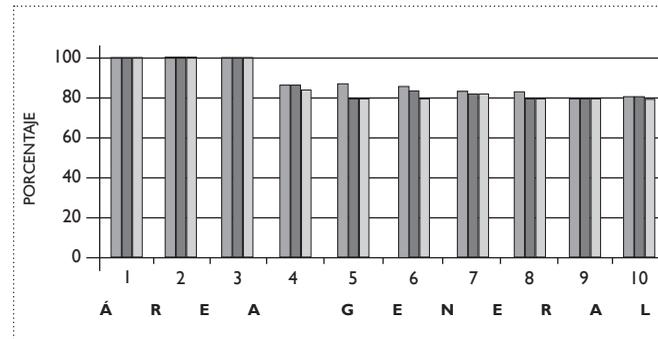
En la gráfica 2 se muestra la tendencia evidenciada por los diez puntos más críticos en cada una de las visitas realizadas por el observador, así como el notable decremento de los riesgos a medida que se iban llevando a cabo las mismas.

Como se observa, los tres primeros riesgos de contaminación de alimentos (freidora limpia, horno limpio y en buen estado y vehículo exclusivo para el transporte de alimentos) no mostraron cambios como tampoco los manifestó el riesgo nueve (se corroboran las características organolépticas en recepción). Sin embargo, en más de la mitad de los primeros diez riesgos, se registra una tendencia considerable a la disminución de los riesgos de contaminación de alimentos a medida que se



Áreas generales: 1. Recepción, 2. Almacenamiento, 3. Área de cocina, 4. Área de servicio y comedor, 5. Instalaciones sanitarias, 6. Personal del área de preparación 7. Transporte, 8. Materiales y 9. Evaluación del servicio.

Gráfica 1. Porcentaje de riesgos de mayor frecuencia por área general en el conjunto de visitas a los establecimientos.



Puntos críticos no cumplidos. 1. Freidora limpia, 2. Horno limpio y en buen estado, 3. Vehículo exclusivo para el transporte de alimentos, 4. Se lavan las manos después de cada interrupción de labores, 5. Almacén, área seca y ventilada, 6. Área de recepción limpia, 7. Marmitas limpias y en buen estado, 8. Mesas limpias, 9. Se corroboran las características organolépticas en recepción y 10. Almacén limpio y en buen estado.

Gráfica 2. Diez puntos críticos no cumplidos (o riesgos de contaminación de alimento), con mayor frecuencia a los establecimientos durante las tres visitas.

fueron realizando las visitas.. Por lo que, el factor visita (no contemplado en los objetivos), influyó determinando que los manipuladores de alimentos mejoraran sus prácticas en los 8 establecimientos.

La siguiente tabla (Tabla 1), muestra los 10 riesgos más frecuentes en el total de los 150 puntos críticos de la cédula de verificación de la NOM-093-SSA1-1994, los cuales fueron observados en cada una de las visitas en los 8 establecimientos. Asimismo, se advirtió del decremento en las malas prácticas en el manejo higiénico de los alimentos

pues, en la tercera visita, el porcentaje de errores fue inferior al registrado en la primera visita.

En la gráfica 3, se observa como hallazgo de la tercera visita, el punto crítico no cumplido (riesgo) que presentó mayor número de incidencias en cada una de las 9 áreas generales, lo cual fue tomado de los registros de la tercera visita en los 8 establecimientos. Entre los riesgos de contaminación de alimentos detectados, aquellos que registraron

		Primera Visita	Segunda Visita	Tercera Visita
Punto Crítico		No cumplió	No cumplió	No cumplió
		%	%	%
1	Freidora limpia	100.0	100.0	100.0
2	Horno limpio y en buen estado	100.0	100.0	100.0
3	Vehículo exclusivo para el transporte de alimentos	100.0	100.0	100.0
4	Se lavan las manos después de cada interrupción de labores	87.5	87.5	83.5
5	Almacén área seca y ventilada	87.5	80.0	80.0
6	Área de recepción limpia	85.7	83.7	80.3
7	Marmitas limpias y en buen estado	83.3	81.3	81.3
8	Mesas limpias	83.3	80.0	79.7
9	Se corroboran las características organolépticas en recepción	80.0	80.0	80.0
10	Almacén limpio y en buen estado	80.0	80.0	78.7

Tabla 1. Diez puntos críticos que representa mayor riesgo para contaminación de alimentos.

mayores frecuencias fueron: “Hornos limpios y en buen estado” en el área específica de Equipo y utensilios, del área general de cocina, con 100% de riesgo; “Se almacenan los recipientes limpios y desinfectados” (Área específica de Almacén de secos), con 100% de riesgo.

El punto crítico que evidenció menor porcentaje de riesgo durante la tercera visita en todos los establecimientos, fue el área general número 8, materiales utilizados para la manipulación de los alimentos, ya que la incidencia observada fue de 0%

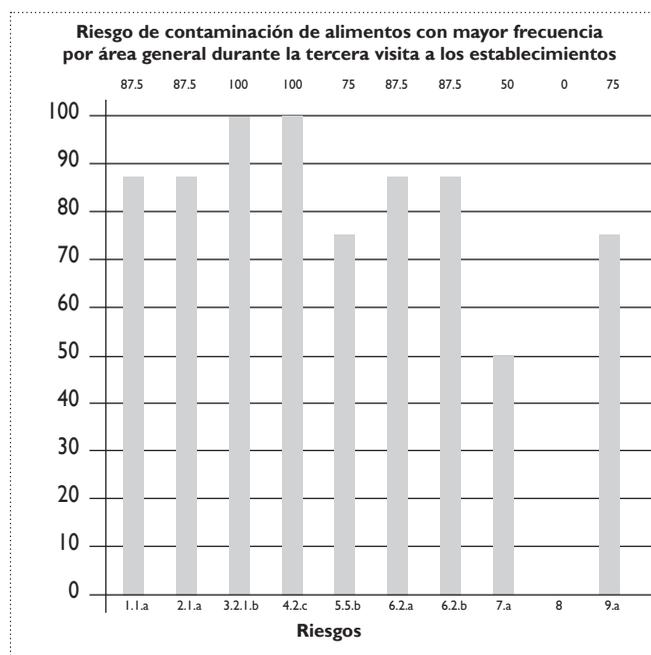
DISCUSIONES

Mendoza y colaboradores, en 2004, en un estudio realizado a una empresa de embutidos, observaron y verificaron que la “Falta de capacidad de los empleados”, era la causa por la cual se incrementaba la pérdida en los productos. A diferencia, en el presente estudio de investigación observamos que los empleados cuentan con la capacitación que los acredita como manipuladores de alimentos pero, probablemente, al convertir los procesos en rutina omiten ciertos cuidados pues, a medida que se

realizaron las visitas, se evidenció que los riesgos disminuyeron.

Berlanga de la Peña y colaboradores, en 2007, llevaron a cabo un estudio a ocho orfanatos del Municipio de Torreón Coahuila en el cual se detectó que 75% de los lugares evaluados no cuentan con un área para el lavado de manos. Por el contrario, en este estudio de investigación, los establecimientos estudiados cuentan con un área específica para el lavado de manos, bien equipada pero, los manipuladores de alimentos no le dan el uso adecuado y no siguen el procedimiento apropiado para el lavado de manos.

Por otra parte, en el estudio que Berlanga de la Peña y colaboradores realizaron en 2007, se evidenció que los riesgos provenían de problemas en la estructura de las instalaciones. En nuestro estudio de investigación, sin embargo, notamos que los puntos críticos que se convierten en riesgo de contaminación para los alimentos, son la falta de higiene en hornos y marmitas, mientras que la estructura de los establecimientos no representa un riesgo.



Gráfica 3. Riesgos de mayor frecuencia en la tercera visita (puntos críticos no cumplidos):

- 1.1.a.- Área limpia (RECEPCIÓN).
- 2.1.a.- Área seca y ventilada (ALMACENAMIENTO).
- 3.2.1.b.- Horno limpio y en buen estado (ÁREA DE COCINA).
- 4.2.c.- Se almacenan los recipientes limpios y desinfectados (ÁREA DE SERVICIO Y COMEDOR).
- 5.5.b.- Accesos y ventanas en todas las áreas con protección a pruebas de mosquitos (INSTALACIONES SANITARIAS).
- 6.2.a.- Se lavan las manos después de manipular alimentos crudos (PERSONAL EN EL ÁREA DE PREPARACIÓN).
- 6.2.b.- Se lavan las manos después de cualquier interrupción de labores (PERSONAL EN EL ÁREA DE PREPARACIÓN).
- 7.a.- Vehículo libre de fauna nociva o mascotas (TRANSPORTE).
- 8.- Todo (MATERIALES).
- 9.a.- Aplican la cédula de auto verificación (EVALUACIÓN DEL SERVI-

CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados encontrados, se concluye que el área que representa más riesgos de contaminación es el transporte de los alimentos y el manejo de los vehículos para realizarlo. Asimismo, durante las tres visitas, se observó que el punto crítico que representa mayor riesgo de contaminación para los alimentos es la falta de higiene de freidoras, hornos y marmitas.

Como hallazgo importante se encontró que, al realizarse la tercera visita, tres puntos críticos no disminuyeron su porcentaje de riesgo, mientras que los demás sí lo hicieron, lo cual se atribuye a la influencia de la presencia del observador durante las aplicaciones de la cédula.

El área general que menos riesgo representó a lo largo de las visitas realizadas, fue la de materiales con los que se labora dentro del establecimiento.

REFERENCIAS

- Berlanga de la Peña, J. J., S. G. Fernández Michel, M. A. Chavira-Zúñiga, M. L. Froto-Madariaga, G. Ramos-Clamont Montfort (2007), *Higiene en instalaciones y manipulación de alimentos en ocho orfanatos del municipio de Torreón, Coahuila (México)*, Revista Salud Pública y Nutrición, 8(1)18-23.
- Caballero-Torres, A. y Legomín-Fernández M. E. (1998). *Causas más frecuentes de problemas sanitarios en alimentos*, Rev Cubana Aliment Nutr, 12 (1), 20-23.
- Caballero-Torres, A., M. E. Legomín-Fernandez, F. Sola-Rodríguez, J.A. Carrera-Vara (1998), *Instituto de nutrición e higiene de los alimentos utilización y clasificación del sistema análisis de riesgos y puntos críticos de control en alimentos*, Rev Cubana Aliment Nutr, 12(1), 46-50.
- Caballero-Torres, A., M. E. Legomín-Fernández, T.Cárdenas-Valdés, M. Carreño, F. Peraza-Escoto (2001), *Procedimientos para asegurar*

la calidad sanitaria de los alimentos en instalaciones turísticas, Rev Cubana Aliment Nutr, 15(2), 90-95.

- Carlos, Víctor H. (2006), Análisis de la situación laboral en Ciudad Juárez, Chihuahua. "El laboratorio mundial del neoliberalismo, la oportunidad de construir la esperanza", Pastoral Obrera. Ciudad Juárez Chihuahua.
- Hernández Galaviz, M., Medina, A., Escarpín, E. F. (2004), *Análisis de peligros en cocinas de hospitales*, Revista de Salud Publica en México, Edición especial No. 5, 10-18.
- Martin-Marín, C. (2003). *Enfermedades transmitidas por agua y alimentos*. Brotes año 2002, Boletín epidemiológico de Castilla y León, 19(5) 30-48.
- McSwane, D., Linton R. (2000), *Issues and Concerns in HACCP Development and Implementation for Retail Food Operations*, Journal of Environmental Health, Jan, 62(6), 15.
- Mendoza González, S., García Fonseca L. E., García Rodríguez B., Rangel Aboytes P. (2004), *Buenas prácticas de manufactura e higiene en el control de calidad de los alimentos*, Revista de Salud Pública en México, Edición especial No.5, 19-26.
- Norma Oficial Mexicana NOM-093-SSA1-1994, Bienes y servicios. Prácticas de higiene y sanidad en la preparación de alimentos que se ofrecen en establecimientos fijos.

AGRADECIMIENTOS.

Se agradece la colaboración de la empresa Interamerican Management de México S.A. de C. V. por su gran apoyo técnico y económico en la realización del presente estudio de investigación. Asimismo, se agradece a la Coordinación de Investigación del ICB por su apoyo en la asesoría y la gestión administrativa durante el proceso y culminación de este trabajo.

■ ARTÍCULO DE REVISIÓN

Riqueza y frecuencia de hongos ectomicorrizógenos en el municipio de Urique, Chihuahua, México

Mirolava Quiñónez Martínez¹, Pablo Lavin Murcio¹, Fortunato Garza Ocañas², Antonio De La Mora Covarrubias¹,
Toutcha Lebgue Keleng³, Arturo Woocay Prieto⁴.

Fecha de entrega: 19 de Agosto de 2009

RESUMEN

En el ecosistema de bosque de la Sierra Tarahumara existe una gran riqueza de especies de hongos que participan en la conservación de sus comunidades forestales a través de sus micorrizas. Durante los meses de julio y septiembre de 2006 a 2008, se estudió la composición y abundancia de especies de hongos ectomicorrizógenos (HEM) en cuatro comunidades forestales del municipio de Urique, Chihuahua. Se registraron 74 especies de HEM, destacando por su riqueza los géneros *Amanita*, *Boletus*, *Russula* y *Lactarius*. Se encontraron 20 especies generalistas y 24 particulares, principalmente en la localidad de Cuiteco, siendo el área de mayor riqueza de HEM. No se presentaron especies dominantes en cuanto a la frecuencia, por lo que se establece una relación entre la diversidad de HEM y la estabilidad de los ecosistemas de estos bosques de encino y pino.

Palabras clave: Bosque, Conservación, Diversidad, Hongos, Micorriza.

INTRODUCCIÓN

El municipio de Urique forma parte de la Sierra Madre Occidental, conocida como “Tarahumara”, en el estado de Chihuahua. Se caracteriza por sus bos-

ques mixtos de encino y pino ampliamente distribuidos que albergan una gran variedad de especies de hongos con diferentes adaptaciones ecológicas, como los hongos saprobios que descomponen la materia orgánica muerta y los parásitos de materia

¹ Nacionalidad Mexicana. Grado Doctorado. Especialidad: Recursos Naturales. Coordinación de Biología. Departamento de Ciencias Básicas. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. mquinone@uacj.mx, plavin@uacj.mx, adelamor@uacj.mx.

² Nacionalidad Mexicana. Grado Doctorado. Especialidad: Recursos Forestales y Micología. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma de Nuevo León. fortunatofgo@gmail.com .

³ Nacionalidad Mexicana. Grado Doctorado. Especialidad: Recursos Naturales. Departamento de Recursos Naturales. Facultad de Zootecnia. Universidad Autónoma de Chihuahua. tlebgue@uach.mx.

⁴ Nacionalidad Mexicana. Grado Doctorado. Especialidad: Ciencia Ambiental. Departamento de Ciencias Ambientales. Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez. awoocay@hotmail.com.

orgánica viva (Pilz & Molina, 2001). Asimismo, se desarrollan los hongos ectomicorrizógenos (HEM), considerados un grupo clave funcional en la regulación de los nutrientes que circulan entre el suelo y las plantas en este tipo de bosque. El hongo coloniza las raíces de las plantas e intercambia nutrientes derivados del suelo por carbohidratos de la planta hospedera (Püttsepp *et al.*, 2004). Su rol funcional es: mejorar la toma de nutrientes esenciales, principalmente nitrógeno, fósforo y agua (Walker *et al.*, 2005), proteger contra patógenos (Pennanen *et al.*, 2005), formar una cubierta de las partículas de suelo para crear una estructura de suelo favorable, facilitar la transferencia de nutrientes del suelo a la planta (Wiensczyk *et al.*, 2002) y determinar, en gran parte, el mantenimiento ecológico de las comunidades forestales.

Existen pocos estudios relacionados al conocimiento de la diversidad y riqueza de hongos en la Sierra Tarahumara, registrándose algunos listados taxonómicos principalmente en el municipio de Bocoyna, como: Pérez-Silva y Aguirre-Acosta (1986); Laferrière y Gilbertson (1992); Moreno-Fuentes *et al.*, (1994), Kong *et al.*, (2000) y Quiñónez-Martínez *et al.*, (1999, 2005, 2008).

Este estudio fue realizado para contribuir al conocimiento acerca de la riqueza de hongos micromicetos ectomicorrizógenos que forman parte de los recursos naturales de los bosques de la Sierra Tarahumara, incrementando las áreas de estudio y los registros de hongos para el estado de Chihuahua, y su función ecológica en el ecosistema de bosque.

El Municipio de Urique con sus bosques dominados por encinares y coníferas constituye un área cuyos factores de topografía, precipitación, vegetación y gradiente elevacional, producen sitios que permiten el desarrollo de especies de hongos micromicetos, que integran la biodiversidad y contribuyen a la estabilidad del ecosistema de la Sierra Tarahumara en el estado de Chihuahua.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El Municipio de Urique se ubica en la parte montañosa media baja de la Sierra Madre Occidental, Chihuahua, limitando al oeste con el estado de Sinaloa. Su altitud media es de 1791 msnm, con una máxima de 2,345 msnm, ubicándose geográficamente entre las coordenadas 26° 30' a 27° 25' 27" latitud norte y 106° 45' a 109° 00' 11" longitud oeste (Figura 1).



Figura 1. Área de estudio que comprende las cuatro zonas naturales correspondientes al Municipio de Urique, Chihuahua. (http://www.mexicoenfotos.com/satelite/v_satelite.php?lt=27.530194&lg=-107.788239&z=10&modo=map).

El clima es variable; en los encinares de los barrancos, es semicálido, subhúmedo con lluvias en verano. La temperatura media anual varía entre 16° C y 23.3° C, con temperaturas mínimas de hasta 9° C bajo cero, registrándose una precipitación pluvial de 673.3 mm a 1,000 mm al año, distribuida principalmente durante los meses de junio a octubre. El suelo, en general, es de formación in-situ y coluvial, derivado de roca ígnea, somero, pedregoso, con abundantes afloramientos de roca, de color pardo rojizo con partes de tonalidad amarillenta. Su textura es franco-arenosa a franco-arcillosa con grava y piedra en el perfil, de estructura blocoso-angular a granular, consistencia moderadamente dura y escurrimiento superficial muy rápido. Los estratos de vegetación más altos de estos bosques se encuentran formados principalmente por espe-

cies de los géneros *Pinus*, *Pseudotsuga*, *Picea* y *Abies*. En un estrato inferior pueden aparecer especies de *Quercus*, *Cupressus*, *Juniperus*, *Alnus*, *Populus*, *Arbutus*, *Clethra*, *Prunus*, *Crataegus*, *Carya* y *Buddleja*. Las especies *P. arizonica*, *P. chihuahuana*, *P. engelmannii*, *P. durangensis* y *P. leiophylla* se distribuyen en la región alta del municipio de Urique. El resto de las especies tienen una distribución geográfica más restringida. El estrato arbóreo formado por los encinos es constituido por algunas de las siguientes especies: *Quercus albocincta* Trel., *Q. arizonica* Sarg., *Q. chihuahuensis* Trel., *Q. coccolobifolia* Trel., *Q. mcvaughii* Spellb., *Q. crassifolia* Humb. & Bonpl., *Q. depressipes* Trel., *Q. durifolia* Seem., *Q. hypoleucoides* Camus., *Q. xknoblochii* C.H. Muller, *Q. oblongifolia* Torr., *Q. perpallida* Trel., *Q. rugosa* Née, *Q. sideroxyla* Humb. & Bonpl., *Q. rarámuri* Spellb., *Q. toumeyii* Sarg., *Q. tuberculata* Liebm., *Q. viminea* Trel (SEGOB, 2005).

Colecta e identificación

Se seleccionaron cuatro localidades que forman parte de la Sierra Tarahumara: Pitorreal, El Divisadero, San Rafael y Cuiteco, pertenecientes al municipio de Urique (Figura 1). En éstas, se realizaron nueve colectas de esporomas durante los meses de julio y septiembre entre 2006 y 2008, a razón de tres muestreos por año. Para la recolección, el material fúngico se extrajo del mantillo del bosque o del substrato correspondiente, utilizando una navaja, cuchillo o rastrillo jardinero. Se tomaron fotografías del material en fresco preferentemente en su hábitat. Posteriormente, se colocó en bolsas o láminas de papel encerado y se lo depositó en el interior de canastas, teniendo la precaución de acomodar los más pesados en el fondo. El material fue herborizado siguiendo las recomendaciones de Cifuentes *et al.* (1986). El estudio y caracterización de las estructuras microscópicas consistió en realizar preparaciones temporales de cortes del himenóforo en KOH 5%. Se observaron, midieron

y dibujaron a escala estructuras importantes para su posterior identificación. Ésta se realizó mediante la comparación de los datos macroscópicos y microscópicos con literatura especializada, como: Arora (1991); Becker (1992); Bessette *et al.* (1997, 2000); Fisher *et al.* (1992); García *et al.* (1998); Guzmán (1985); Lincoff (1981); Pacioni (1982) y Quiñónez *et al.* (1999).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Riqueza

Entre los años 2006 y 2008 se registraron 22 géneros y 74 especies de hongos ectomicorrizógenos (HEM) en las cuatro localidades estudiadas del municipio de Urique de la Sierra Tarahumara. A nivel de las áreas de estudio, la mayor frecuencia se presentó en la comunidad de Cuiteco (n= 56), seguida por las comunidades de Pitorreal y San Rafael con 47 y 46 especies respectivamente. El Divisadero mostró la más baja riqueza con 40 especies diferentes (Cuadro 1).

En cuanto a especies, para los géneros *Amanita*, *Boletus*, *Russula* y *Lactarius* se identificó la mayor riqueza de especies. El primer lugar estuvo dominado por el género *Amanita* con 14 especies, principalmente: *A. caesarea*, *A. rubescens*, *A. citrina*, *A. flavoconia* y *A. muscaria*. Las dos primeras son consideradas especies comestibles mientras que *A. muscaria* es valorada como una especie tóxica (Arora, 1986; Pacioni, 1983).

El género *Boletus* registró 9 especies de las cuales, *B. chrysenteron* y *B. pinophilus*, se presentaron en todos los sitios estudiados. Ambas especies son consideradas comestibles y la última se encuentra en la NOM-059-2005 como especie protegida (SEMARNAP, 1998). Asimismo, se identifican otros géneros importantes de HEM aunque con pocas especies, como: *Cantharellus*, *Cortinarius*, *Cystoderma*, *Craterellus*, *Hygrophorus*, *Leccinum*, *Ramaria*, *Rhizopogon*, *Suillus*, etc. (Cuadro 1).

Otras especies presentes en todos los sitios de estudio fueron: *Astraeus hygrometricus*, especie

Cuadro I. Especies de hongos ectomicorrizógenos (ECM), presentes en las localidades del Municipio de Urique, Chihuahua.

ESPECIE	PITORREAL	EL DIVISADERO	SAN RAFAEL	CUITECO
Amanita caesarea	x	x	x	x
Amanita citrina	x	x	x	x
Amanita flavoconia	x	x	x	x
Amanita gemmata	x	x	x	-
Amanita muscaria	x	x	x	x
Amanita rubescens	x	x	x	x
Amanita pantherina	x	-	x	x
Amanita polypiramis	x	-	-	x
Amanita verna	x	x	x	-
Amanita vaginata	x	x	-	x
Amanita calyptroderma	-	-	-	x
Amanita placomyces	x	-	-	x
Amanita flavorubescens	x	-	-	-
Amanita variabilis	-	x	-	-
Astraeus hygrometricus	x	x	x	x
Boletus luridus	-	x	-	-
Boletus singeri	-	-	-	x
Boletus subtomentosus	-	-	x	-
Boletus variipes	-	-	-	x
Boletus bicolor	x	x	x	x
Boletus chrysenteron	x	x	x	x
Boletus frostii	x	x	-	x
Boletus edulis	x	-	x	-
Boletus pinophilus	x	x	x	x
Chalciporus piperatus	-	-	-	x
Cantharellus cibarius	x	x	x	x
Cantharellus cinnabarinus	-	x	x	x
Clitocybe gibba	-	-	x	x
Cortinarius semisanguineus	x	x	x	x
Cortinarius collinitus	-	-	x	-
Cortinarius orellanus	x	x	x	x
Cortinarius sanguineus	x	-	x	-
Craterellus cornicupicoides	-	-	-	x
Craterellus fallax	-	x	-	x
Cystoderma amianthinum	-	-	-	x
Gyrodon sp.	x	-	-	x
Gymnopilus sp.	-	-	-	x
Hebeloma sp.	-	-	x	-
Hygrophorus russula	x	-	x	x
Inocybe splendens	-	-	x	x
Laccaria bicolor	-	x	x	x
Laccaria laccata	x	x	x	x
Laccaria amethystina	-	-	-	x
Lactarius deliciosus	x	-	-	-
Lactarius rufus	-	-	x	x
Lactarius deliciosus	x	x	x	x
Lactarius indigo	x	x	x	x
Lactarius torminosus	x	x	x	-
Lactarius uvidus	x	x	x	x
Lactarius zonarius	x	x	x	x
Leccinum auriantacum	x	-	-	-
Leccinum chromapes	x	-	x	-
Leccinum crocipodium	-	-	-	x
Leccinum manzanitae	x	-	-	-
Leccinum subalbidus	-	-	-	x
Ramaria botrytis	x	x	x	x
Ramaria Formosa	x	-	x	x

ESPECIE	PITORREAL	EL DIVISADERO	SAN RAFAEL	CUITECO
Ramaria purpurissima	-	-	-	x
Rhizopogon sp.	-	-	-	x
Russula cyanoxantha	x	-	-	-
Russula brevipes	x	x	x	x
Russula cyanoxantha	x	x	x	x
Russula delicata	x	x	x	x
Russula emética	x	x	x	x
Russula foetens	x	x	x	x
Russula decolorans	x	x	-	x
Russula mexicana	-	x	x	-
Russula rosacea	x	x	x	x
Russula sp.	x	-	x	x
Suillus granulatus	x	x	x	x
Suillus brevipes	x	x	x	x
Suillus cothurnatus	-	-	-	x
Suillus pictus	-	-	x	-
Suillus tomentosus	-	x	-	-
Strobilomyces floccosus	-	x	x	x
Riqueza / sitio = 74	47	40	46	56

adaptativa a ambientes con vegetación arbórea tanto abierta como cerrada y a diferentes condiciones de luz y humedad (Quiñónez *et al.*, 2008); *Cantharellus cibarius* y *Lactarius indigo*, especies comestibles y en status de conservación (SEMARNAP, 1998); *Laccaria laccata*, hongo caracterizado por crecer en bosques juveniles y de sucesión temprana (Brundret *et al.*, 2005; Quiñónez *et al.*, 2008); como algunas áreas muestreadas en las localidades estudiadas y 15 especies más, presentes en todos los sitios, lo cual indica que son de tipo generalista, es decir, presentan mayor rango de adaptación a ciertas condiciones de vegetación, suelo, humedad y temperatura (Luoma, 1989). Además, se encontraron 24 especies particulares, las cuales crecen únicamente en un sitio, posiblemente debido a la especificidad de la micorrización con respecto al tipo de vegetación, madurez del bosque o alguna otra condición ambiental del área en particular. Entre éstas, 15 se encontraron específicamente en la localidad de Cuiteco, identificada como el área de mayor riqueza de especies particulares y también la zona de menor altitud, con una vegetación dominada mayormente por encinos y una baja influencia antropogénica que permite una mayor conservación y madurez en sus bosques. Esto coincide con Smith *et al.*, 2002, quien sugiere que el número

de especies únicas o particulares puede ser mayor en bosques de crecimiento viejo que en sitios jóvenes.

Frecuencia

En la localidad de Pitorreal se registraron 47 especies de las cuales, las especies de HEM más abundantes fueron, *Cantharellus cibarius*, *Cortinarius sanguineus*, *Amanita muscaria* *Lactarius torminosus*, *Cortinarius orellanus* y *Lactarius torminosus* que representan 10% a 25.5% del total de la abundancia. La última especie fue la encontrada en mayor cantidad. Asimismo, con una frecuencia relativa de menos del 10%, se identificaron otras 41 especies (Figura 2).

El Divisadero, con 40 especies reportadas, presentó 4 especies de hongos cuya frecuencia osciló entre especies de 14% y 24% de la abundancia total mientras que las restantes 36 especies registraron una frecuencia inferior al 10% (Figura 3).

En San Rafael, con una riqueza de 46 especies, se encontraron tres especies con una abundancia cuya frecuencia relativa varía entre 21% y 35.7%, siendo *Laccaria laccata* la de mayor proliferación y 43 especies con una frecuencia relativa de menos de 10% (Figura 4). Por último, Cuiteco, cuya área

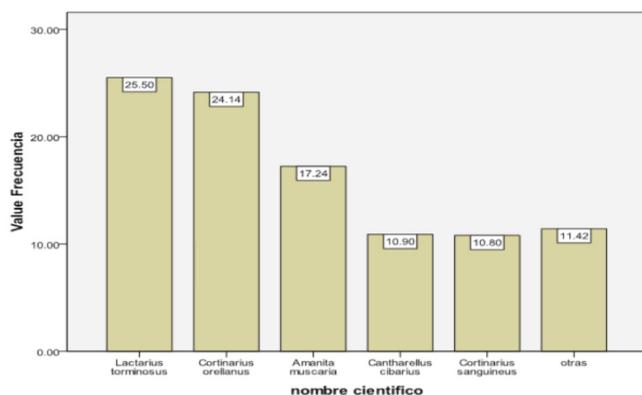


Figura 2. Frecuencia relativa de las especies de HEM más representativas en la localidad de Pitorreal, Chihuahua.

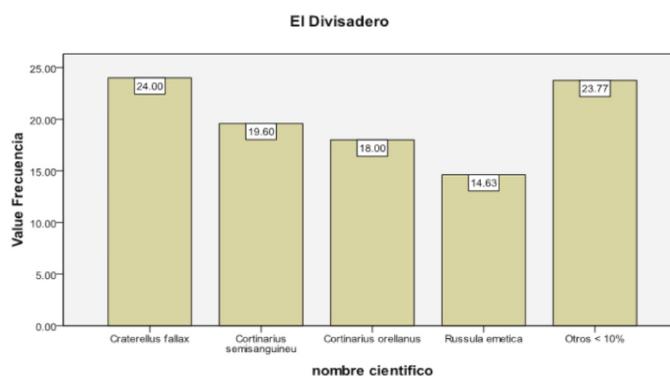


Figura 3. Frecuencia relativa de las especies de HEM más representativas en la localidad de El Divisadero, Chihuahua.

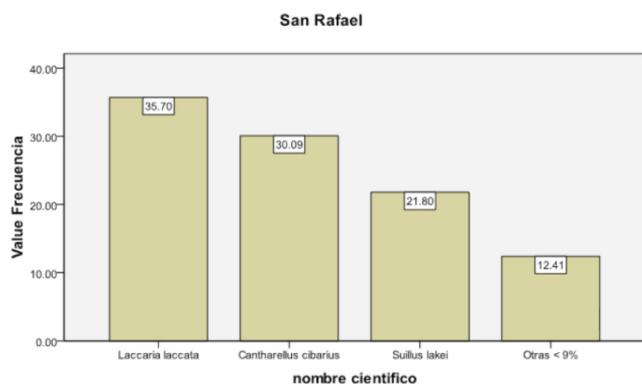


Figura 4. Frecuencia relativa de las especies de HEM más representativas en la localidad de San Rafael, Chihuahua.

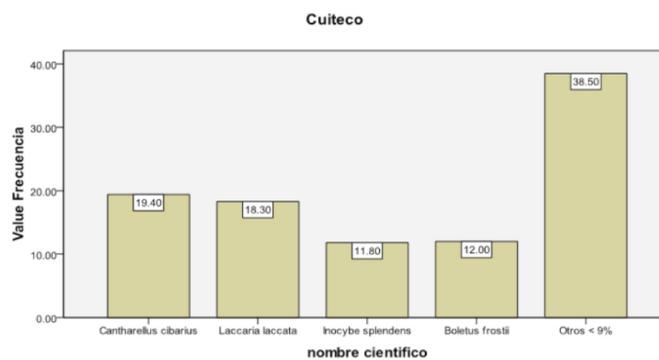


Figura 5. Frecuencia relativa de las especies de HEM más representativas en la localidad de Cuiteco, Chihuahua.

es la de mayor riqueza de HEM, presentó cuatro especies con frecuencias relativas que oscilan entre 11.8% y 19.4% de la abundancia total, siendo *Cantharellus cibarius* la más presente, identificándose otras 52 especies que representan menos de 10% de abundancia total (Figura 5).

Estos resultados indican que no existe predominancia de alguna especie en particular como tal en ninguna de las áreas de estudio, ya que las especies de mayor abundancia oscilaron entre 20% y 36% en sus valores de frecuencia. Podemos señalar como una especie dominante a aquella que representa más del 50% de la abundancia total (Krebs, 1985). Ello nos permite predecir que, las estudiadas, son zonas más o menos similares en cuanto a algunos factores del medio, como: tipo de vegetación, suelo y estado de conservación de los bosques, dado que sitios con bajo disturbio incrementan la riqueza de

HEM y disminuyen la dominancia de algunas especies indicadoras como: *Astraeus hygrometricus* y *Laccaria laccata* (Quiñónez *et al.*, 2008). Sin embargo, existen algunas especies como *Suillus lakei*, *Cantharellus cibarius*, *Boletus singeri*, entre otras, que pueden crecer y desarrollarse mejor en sitios con características particulares que permiten aumentar su abundancia, debido a la especificidad de su capacidad micorrizógena con su huésped.

CONCLUSIONES

Existe una gran riqueza de especies ectomicorrizógenas en el municipio de Urique, las cuales contribuyen al mantenimiento ecológico de sus comunidades forestales. En este estudio, se determinaron 74 especies de HEM en cuatro áreas ubicadas en la parte media y baja de la Sierra Tarahumara. Las

especies más abundantes correspondieron a los géneros *Amanita*, *Boletus*, *Lactarius* y *Russula*. La localidad de Cuiteco, presentó la mayor riqueza de especies HEM y, principalmente, de especies particulares.

Es importante seguir realizando este tipo de estudios para medir cambios en la composición de especies e incluir producción de biomasa que pueda generar mayor información sobre la disponibilidad ecológica de las especies de HEM. Asimismo, la realización de mayor número de estudios ecológicos de la vegetación asociada permitirá medir la especificidad de la simbiosis hongo-planta integrando variables ambientales que incrementen la información acerca del medio que resulte más favorable para la distribución y abundancia de los hongos ectomicorrizógenos.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Arora, D. (1986), *Mushrooms Demystified*, Ten Speed Press. Berkeley, California. 959 p.
- Becker G. (1992), *Setas*, Susaeta Ediciones S.A, España, P. 223.
- Bessette A. E., A. R. Bessette y D. W. Fisher (1997), *Mushrooms of Northeastern North America*, Syracuse University Press, Hong Kong, 582 p.
- Bessette A. E., W. C. Roody y A. R. Bessette (2000), *North American Boletes*, Syracuse University Press., China, 396 p.
- Brundrett M., N. Malajczuk, G. Mingqin, X. Daping, S. Snelling, B. Dell (2005) *Nursery inoculation of eucalyptus seedlings in western Australia and southern China using spores and mycelial inoculum of diverse ectomycorrhizal fungi from different climatic regions*, Forest Ecology and Management, 209: 193-205.
- Cifuentes J., M. B. Villegas, L. Pérez-Ramírez (1986), *Hongos. Manual de Herbario*, Consejo Nacional de la Flora de México A.C., México, D.F, pp. 55-64.
- Fisher David W. and Alan E. Bessette (1992), *Edible Wild Mushrooms of North America. A Field to Kitchen Guide*, University of Texas Press, Austin, Texas, p254.
- García J., D. Pedraza, C.I. Silva, R.L. Andrade y Castillo (1998), *Hongos del estado de Querétaro*, Facultad de ciencias forestales, Universidad Autónoma de Querétaro, 263 p.
- Guzmán, G. (1985), *Hongos*, (1a. ed), México, D.F. 194 p.
- Kong-Luz A., G. Galindo-Flores y A. Estrada-Torres (1999), *Hongos Ectomicorrizógenos asociados a Picea chihuahuana*,. VII Congreso Nacional de Micología,. Sociedad Mexicana de Micología,. 253 p.
- Krebs, J. Ch. (1985), *Ecología. Estudio de la distribución y abundancia*, Harla S.A., México, 753 p.
- Laferriere, E. J., R.L. Gilbertson (1992), *Fungi of Nabogame*, Chihuahua, México, Mycotaxon, 44:73-87.
- Lincoff, G. H. (1981), *National Audubon Society Field Guide to North American Mushrooms*, Chanticleer Press, Inc., New York. 926 p.
- Luoma D. L., J.L. Eberhart, R. Molina (2004), *Response of ectomycorrhizal fungus sporocarop production to varying levels and patterns of green-tree retention* Forest Ecology and Management, 202:337-354.
- Moreno-Fuentes, A. E. Aguirre-Acosta, M. Villegas y J. Cifuentes (1994), *Estudio fungístico de los macromicetos en el municipio de Bocoyna, Chihuahua, México*. Rev. Mex. Mic. 10:63-76.
- Pacioni, G. (1982), *Guía de Hongos*, Grijalbo, S.A., Barcelona, España. 507 p.
- Pennanen T. J. Heiskanen, T. Korkama (2005), *Dynamics of ectomycorrhizal fungi and growth of Norway spruce seedlings after planting on a mounded forest clearcut*, Forest Ecology and Management, 213:243-252.
- Pérez-Silva, E., E. Aguirre-Acosta (1986), *Flora Micológica del estado de Chihuahua, México*, I. Inst. Biol. 57:17-32.

- Pilz D., R. Molina (2001), *Comercial harvests of edible mushrooms from the forests of the Pacific Northwest United States: issues, management, and monitoring for sustainability*, Forest Ecology and Management, 5593:1-14.
- Püttsepp Ü., A. Rosling, A.F.S. Taylor (2004), *Ectomycorrhizal fungal communities associated with Salix viminalis L. and S. dasyclados Wimm. Clones in a short-rotation forestry plantation*, Forest Ecology and Management 196:413-424.
- Quiñónez-Martínez, M., F. Garza, J.R. Mendoza, J. J. García, H. R. Bolaños (1999) *Guía de Hongos de Bosque Modelo Chihuahua. Sierra Tarahumara, Chihuahua*, Facultad de Zootecnia, UACH. 85 p.
- Quiñónez-Martínez, M., F. Garza y M. Vargas (2005), *Aspectos ecológicos y diversidad de hongos ectomicorrízicos en bosque de pino y encino de 5 localidades del municipio de Bocoyna, Chihuahua*, Ciencia en la Frontera, México, 3(1):29-38.
- Quiñónez-Martínez, M., F. Garza, M. Sosa, T. L. Keleng, P. Lavín y S. Bernal (2008) *Índices de diversidad y similitud de hongos ectomicorrízicos en bosques de Bocoyna, Chihuahua, México*, Ciencia Forestal en México, Vol. 33, 103:59-78.
- SEGOB (2005), *Enciclopedia de los Municipios de México*. Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal. <http://www.e-local.gob.mx/wb2/ELOCAL/EMM_chihuahua> [consulta: 11 de Octubre de 2006].
- SEMARNAP (1998) *Los hongos silvestres comestibles. Una alternativa para el desarrollo regional*, Dirección General de Vida Silvestre de la SEMARNAP e Instituto Nacional de Ecología, México, D. F.
- Smith, J.E., Molina, R., Huso, M.M.P., Luoma, D. L. McKay, D., Castellano, M.A. Lebel, and Y. Valachovic (2002), *Species richness, abundance, and composition of hypogeous and epigeous ectomycorrhizal fungal sporocarps in young, rotation-age, and old-growth stands of Douglas-fir (Pseudotsuga menziesii) in the Cascade Range of Oregon, USA*. Can. J. Bot. 80:186-204.
- Walker J.F., O.K. Miller Jr, J.L. Horton (2005), *Hyperdiversity of ectomycorrhizal fungus assemblages on oak seedlings in mixed forests in the southern Appalachian Mountains*, Molecular Ecology, 14:829-838.
- Wiensczyk A. M., S. Gamiet, D. M. Durall, M. D. Jones, S. W. Simard (2002), *Ectomycorrhizae and forestry in British Columbia: A summary of current research and conservation strategies*, B.C. Journal of Ecosystems and Management, Volume 2, Number 1:1-2.

Adecuación de la fecha de siembra en algodónero para el Valle de Juárez, Chihuahua

Baltazar Corral Díaz y Juan Pedro Flores Márgez

Área temática: Ciencias Agropecuarias

RESUMEN

Ante la urgencia de adecuar fechas de siembra y variedades de algodónero, en 1987 se sembraron 11 variedades en tres fechas: 26 de abril, 11 y 25 de mayo, bajo un diseño experimental de parcelas divididas. Todas las variables resultaron significativas en el factor fechas; en cambio, para variedades, sólo lo fueron algunos componentes. Los mejores genotipos correspondieron a FM-958LL, DP-445, DP-455 BG/RR y FM-989, con rendimientos de 1570, 1504, 1401 y 1362 kg ha⁻¹ de fibra respectivamente. La calidad de la fibra obtenida fue similar en todas las variedades. Las mejores fechas de siembra fueron las dos primeras, que superaron hasta en un 50% a la tercera.

Palabras clave: variedades, rendimiento, calidad, fibra.

INTRODUCCIÓN

El cultivo del algodónero en el estado de Chihuahua ocupa un lugar muy importante, ya que representa más del 60 % de lo que se siembra a nivel nacional. En 10 municipios del norte y noroeste del estado se cultiva más del 80%. En el Valle de Juárez continúa siendo el principal cultivo (SIAP, 2008).

Para obtener la producción óptima de un cultivo es necesario conocer los factores que influyen

en el rendimiento de éste. En el Valle de Juárez, Chihuahua, los factores más importantes que el agricultor debe tomar en cuenta son la selección de la variedad, la fecha de siembra y el agua para riego. También es importante considerar las condiciones climáticas que se presentan durante el desarrollo del cultivo, ya que las bajas temperaturas en las primeras etapas del mismo no favorecen un buen crecimiento de la planta. En esta zona se dispone de un período de 220 días libre de heladas,

Cuerpo Académico Sistemas de Producción Agrícola
Universidad Autónoma de Ciudad Juárez –ICB
bcorral@uacj.mx

comprendido entre abril y mediados de octubre, tiempo suficiente para que el algodonoero complete su ciclo productivo. Sin embargo, no todos los productores pueden sembrar en la fecha óptima (10 al 20 de abril), retrasándose porque no disponen de agua. En la tercera unidad, que representa un 30% de la superficie sembrada, los agricultores siembran fuera de la fecha autorizada por la SAGARPA que emite permisos desde el 20 de marzo hasta el 30 de abril. Casi todos los años se hacen solicitudes de prórrogas para siembras extemporáneas ya que, de lo contrario, no pueden ser acreedores de los programas de apoyo gubernamental como el PROCAMPO, control de plagas, comercialización, entre otros, además de que sus cultivos no pueden ser asegurados por ninguna empresa.

La actualización de las fechas de siembra es un trabajo que se debe establecer rutinariamente. Sin embargo, la desaparición del INIFAP en la zona, da la oportunidad de que la UACJ tome el liderazgo en este ámbito y colabore con el desarrollo integral de la zona. Desde 1987 no se realiza ninguna investigación sobre fechas de siembra y las variedades que se sembraban en esa época ya no se cultivan actualmente.

ANTECEDENTES

Algunos antecedentes acerca del efecto de la fecha de siembra y las variedades, son los mencionados por Reyes (1975) en un estudio sobre fechas de siembra realizado en el Valle de Juárez. En éste, encontró diferencias significativas para fechas de siembra en el rendimiento de algodón en hueso (RAH), determinando que la época óptima para la siembra estaba comprendida entre el 10 y 25 de abril y que la finura y la resistencia se afectaban conforme se retrasaba la siembra. Godoy Palomo (1976) en la Región Lagunera, considerando cuatro fechas de siembra señalan a la siembra temprana como la de mejor rendimiento, observándose una tendencia a la disminución de la producción al retrasar la fecha de siembra. El porcentaje de fibra,

peso de capullo y calidad de fibra, prácticamente no se alteraron con las diferentes fechas de siembra.

Reyes (1977), en el Valle de Juárez, Chihuahua, encontró que las siembras del 25 de marzo y 14 de mayo superaron a las del mes de abril en un 20 y 11% respectivamente. Figueroa (1985), indica que después de cuatro ciclos de investigación, la mejor época de siembra es la comprendida entre el 25 de marzo y el 15 de abril, sugiriendo la siembra de variedades precoces para siembras tardías.

En la Estación Experimental de Safford, Arizona, se evaluaron 10 variedades con tres fechas de siembra: 3 y 20 de abril y, 7 de mayo, en el año 2001. Se observó una respuesta atípica en el rendimiento de acuerdo a las fechas de siembra ya que éste se incrementó conforme se retrasaba la fecha. Las mermas en la producción fueron ocasionadas por condiciones climáticas adversas como las bajas temperaturas verificadas en las dos primeras fechas (Norton *et al.*, 2002). En Missouri, durante 4 años probaron 5 épocas de siembra, desde abril hasta junio, encontrando una tendencia a la reducción del rendimiento conforme se retrasaba la fecha de siembra, de 2554 a 1840 kg ha⁻¹ de fibra (Mila *et al.*, 2005).

Para variedades, desafortunadamente, no se han realizado trabajos en la región que permitan conocer el potencial de las diferentes variedades en diversas fechas de siembra. Se conoce que hasta 1992 solamente se autorizaba la siembra de variedades de tipo Acala. Sin embargo, al no pagarse la calidad de esta fibra, se optó por cultivar las de fibra corta que son más rendidoras. Corral (1991), resume los resultados de 15 años de evaluaciones realizadas en el área de influencia del Campo Experimental Valle de Juárez, indicando que las variedades de fibra corta superan en al menos un 20% al mejor testigo de las Acalas. En cambio, en cuanto a resistencia, longitud y finura de fibra, las variedades Acalas son muy superiores.

Silvertooth (2002), en Arizona, reporta la existencia de problemas de altos índices de micronaire (i.m.) por las condiciones de manejo de agua y las al-

tas temperaturas nocturnas. En este sentido, el 28% de las pacas producidas en todo el estado fueron clasificadas con descuentos por superar el micro de 5.0. La estrategia utilizada para disminuir la finura de la fibra, es utilizar variedades con menor i.m., aunque sólo el 30% de esta propiedad es determinado por el genotipo; para el otro 70%, como se ha demostrado en diversas evaluaciones en varios años con el manejo, se observa que altos rendimientos están ligados a micros elevados (Silvertooth y Galadima, 2002). Norton *et al.* (2007), evaluaron 37 variedades en las principales zonas productoras algodonerías de Arizona: Yuma, Maricopa y Safford; los análisis de varianza detectaron diferencias significativas para las variables porcentaje de fibra, longitud, resistencia, uniformidad y finura.

En base a la problemática anterior y a las necesidades demandadas por los productores y la misma SAGARPA, se propuso este trabajo de investigación: evaluar tres fechas de siembra y 11 variedades de diferente ciclo vegetativo con el fin de analizar la posibilidad de extender las fechas de siembra hasta el mes de mayo sin afectar la productividad del cultivo y la rentabilidad para los productores.

Objetivo General

Determinar la fecha de siembra óptima para las diferentes variedades de algodón, precoces, intermedias y tardías en el Valle de Juárez, manteniendo la calidad de la fibra sin sacrificar el rendimiento.

Metas

Lograr incrementar el rendimiento al menos en un 40% en la parte baja del Valle de Juárez y que los productores utilicen las variedades adecuadas de acuerdo a su fecha de siembra.

MATERIALES Y MÉTODOS

En el Rancho Universitario de la UACJ, ubicado en Praxedis G. Guerrero, Chihuahua, en un suelo

franco-arenoso, con un pH de 7.9 y una conductividad eléctrica de 3.9 dS/m, se estableció el experimento de campo bajo las siguientes especificaciones: diseño experimental de bloques al azar con arreglo en parcelas divididas con cuatro repeticiones. Las parcelas grandes correspondieron a las tres fechas de siembra 26 de abril, 11 y 25 de mayo de 2007 mientras que las subparcelas fueron las 11 variedades.

La siembra se realizó en húmedo con una densidad de siembra de 15 kg/ha y una distancia entre surcos de 96.5cm. Las unidades experimentales fueron de cuatro surcos de 10 m de largo; mientras

VARIEDAD	GENEALOGÍA
1	DP – 393
2	SG – 821
3	DP – 448B
4	DP – 445
5	DP – 164B2 RF
6	DP – 455BG RR
7	DP – 143B2 RF
8	DP – 565
9	FM – 989
10	FM – 966
11	FM – 958 LL

que la parcela útil correspondió a los dos surcos centrales de 5 m. Las prácticas culturales fueron tres cultivos; fertilización 62–52-00 aplicada antes del primer riego de auxilio. Se realizaron muestreos semanales para contabilizar la incidencia de plagas y enfermedades, aplicándose un riego de presiembra y tres riegos de auxilio. La cosecha se llevó a cabo entre el 1 y el 9 de noviembre de 2007.

Parámetros evaluados:

Días a primeros cuadros (DPS), días a primeras flores (DPF), días a primeros capullos (DPC), considerados como etapas fenológicas. Altura de planta

(AP), número de capullos por planta (NC), peso de capullo (PC), como los componentes de rendimiento. Rendimiento de algodón en hueso (RAH), porcentaje de fibra (PF), rendimiento de fibra (RF). La calidad de fibra (longitud, resistencia de fibra y finura de fibra), se determinó con el equipo HVI en el INIFAP Laguna.

Análisis Estadístico

Se efectuaron los análisis de varianza (ANOVA) para cada una de las variables. El paquete estadístico utilizado fue SPSS V.11. Cuando se detectaron diferencias estadísticas, se realizó la prueba de Tukey usando un nivel de significancia del 5%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo al ANOVA, en el factor fechas de siembra las diferencias encontradas fueron significativas y altamente significativas. Estos resultados coinciden con la mayoría de los autores que han trabajado con diferentes épocas de siembra como Reyes, 1975, 1977, 2005, Figueroa 1985, Norton *et al.*, 2002 y Mila *et al.* 2005, entre otros. Para las 11 variedades, sólo en cuanto al número de capullos no se presentaron diferencias significativas. En la interacción entre variedades y fechas de siembra, se detectaron diferencias para las etapas fenológicas, PC, AP, rendimiento y finura.

Fechas de siembra

Los promedios de cada variable por fecha de siembra, así como la formación de grupos según la prueba de Tukey (0.05) se incluyen en el Cuadro 1, donde se podrá observar que, para los días a primeros cuadros y apertura de capullos, se requirieron más días para la primera fecha de siembra que para la segunda y la tercera. Para días a primeras flores, la primera fecha fue diferente de las otras dos, registrándose un promedio de 64.81 días en la primera y, de 62.3 y 61.97 en la segunda y tercera respec-

tivamente. Esto indica que, al retrasarse la siembra, se acumulaba más calor y la planta requería menos días para completar las etapas antes señaladas.

Uno de los principales componentes del rendimiento es el número de capullos por planta. Éste se vio favorecido cuanto más temprana fue la siembra, mostrando valores de 12.17, 8.82 y 4.95 para la primera, segunda y tercera fecha de siembra respectivamente. El peso de capullos fue disminuyendo conforme se retrasaba la fecha de siembra. En la tercera, con 5.25 g, fue diferente de la primera en que alcanzó un peso de 5.51 g. Estos resultados son muy similares a los reportados por Figueroa (1985) y Reyes (1977). En cambio, el porcentaje de fibra, fue mayor en la primera fecha (42%), disminuyendo un punto porcentual por el retraso de cada fecha. Se observó una correlación altamente significativa entre el PF y el rendimiento de algodón en hueso ($r=0.77^{**}$).

En lo que respecta al rendimiento de algodón en hueso, las dos primeras fechas fueron las mejores estadísticamente, con 3856 kg ha⁻¹ y 3509 kg ha⁻¹. En la última fecha apenas alcanzó los 1855 kg ha⁻¹. El rendimiento de fibra fue diferente para las tres fechas, registrando producciones en cada una de 1656, 1474 y 758 kg ha⁻¹. Con estos resultados se demuestra que no es factible recomendar las siembras tardías porque se tienen pérdidas del 52% en el RAH y de 55 % en el rendimiento de fibra. En cambio, es posible recomendar la ampliación del calendario de siembras hasta la primera decena de mayo sin afectar el rendimiento. Los resultados aquí encontrados son muy parecidos a los de Mila *et al.* (2005); Figueroa (1985) y Reyes (1977).

La calidad de fibra presentó diferencias en la finura. El valor más alto se observó para la tercera fecha con 4.89 índices de micronaire (im) vs. 4.64 im en la segunda y 4.47 im en la primera. La madurez de la fibra se expresó en una fibra más gruesa conforme se retrasó la siembra, lo cual también se ha observado en otros trabajos de investigación en el Valle de Juárez realizados por Figueroa (1985a) y Reyes (1977). Las fibras de mayor longitud se

VARIABLES ANALIZADAS	Primera Fecha de Siembra	Segunda Fecha de Siembra	Tercera Fecha de Siembra
DS	43.52a	41.72b	38.4c
DF	64.81a	62.38b	61.97b
DC	119.68a	112.97b	112.18c
NC	12.17a	8.92b	4.95c
PC	5.51a	5.34ab	5.25b
AP	101.97a	104.28a	94.03b
RAH	3856a	3509a	1855b
PF	0.42a	0.41b	0.40c
RFIB	1656.09a	1474.49b	758c
MIC	4.47c	4.64b	4.89a
LONG	1.10b	1.13a	1.12ab
RES	27.35b	27.74ab	28.46a

*Variables marcadas con la misma letra (indica que) son iguales estadísticamente (Tukey 0.05)

Cuadro 1. Promedios de las etapas fenológicas, componentes de rendimiento, alturas de planta y calidad de fibra de las tres fechas de siembra de 11 variedades de algodnero en el Valle de Juárez, Chihuahua P-V 2007.

presentaron en la segunda fecha con 1.13, lo que es equivalente a $1 \frac{1}{8}$ de pulgada, por lo que se las consideró como fibras largas. En cambio, para la primera fecha, se observó una longitud de 1.10 ($1 \frac{1}{32}$), por lo cual fueron clasificadas como intermedias. La longitud de fibra fue mayor a la esperada, ya que las variedades evaluadas son consideradas de fibra corta. Sin embargo, por cuestiones ambientales de altas temperaturas y baja humedad relativa, expresaron un excelente potencial y lograron clasificarse como largas. Aunque por lo general es en la primera fecha en que se tiene una mayor longitud, en este experimento fue en la segunda fecha cuando se observó esta característica. La mayor resistencia al rompimiento se observó en la última fecha con 28.46 gramos/tex y la menor en la primera con 27.35 gramos/tex. Se esperaban resultados opuestos, como los encontrados por Figueroa (1985).

Con estos resultados de rendimiento y calidad de fibra, es posible recomendar a la SAGARPA sembrar con seguridad en las dos primeras fechas. Con esto se cumple el compromiso de adecuar el paquete tecnológico de algodnero para el Valle de Juárez.

Variedades

En cuanto a las 11 variedades utilizadas en las tres fechas de siembra, se encontró que la FM-958LL resultó ser la más precoz necesitando 39.91 días a primeros cuadros, mientras que las DP-455BG/RR que requirió 42.58 días fue la más tardía. Para la aparición de las primeras flores, la FM958LL con 61.5 días y la DP-455BG/RR con 63.91 días, registraron los valores extremos. En cambio, para la apertura de capullos, se requirieron 111.25 días en la FM-966, la más precoz, mientras que la DP455BG/RR con 117.41 días, fue la más tardía.

El número de capullos se asoció directamente con el rendimiento de algodón en hueso y de fibra, mostrando una correlación altamente significativa del ($r = 0.76^{**}$) para ambos rendimientos, lo que indica que cuantos más capullos presente la planta más se incrementa la producción. Esto ha sido reportado por Corral (2003). Al no detectarse diferencias estadísticamente significativas para esta variable, se infiere que todas las variedades producen la misma cantidad de capullos. En el Cuadro 2 se observa que el promedio general fue de 8.68 ca-

pullos por plante; con rangos de 7.58 a 10.25 capullos por planta. También se encontró que el peso de capullo, la altura de planta y el porcentaje de fibra, presentaron diferencias altamente significativas lo que indica que, al menos una variedad, es diferente para cada variable estudiada. La DP -565 junto con la DP-164 B2/RF mostraron ser las más altas, con 112.16cm y 109.31cm respectivamente, superando al resto, en tanto la de menor altura fue la FM - 958LL con 91cm; ello señala que este factor genético es influenciado por el ambiente. La altura encontrada representa el ideal para ser cosechado de manera mecánica. En ensayos de rendimiento en el Valle de Juárez, Corral (2003) y Figueroa (1985), han reportado alturas superiores a los 100 cm. En el peso de capullo, FM-966 y FM-958LL, fueron las mejores con 5.96 y 5.76 gramos respectivamente; la DP-455 BG/BR con 4.89 gramos fue la de menor peso estadísticamente.

En lo que respecta al porcentaje de fibra las dos mejores variedades resultaron ser DP - 455 BG/RR con 44.60 % y la DP - 445 con 44.13 %, la de

menor porcentaje fue DP- 164 B2/RF con 40.32 %. Las diferencias genéticas de cada variedad se manifestaron en este componente tal como lo señalan Deltapine (2008); Fiber Max (2008); Corral (2003) y Norton *et al.* (2002). Los productores siempre buscan las variedades que presenten los más altos porcentajes de fibra y que sean rendidoras.

En cuanto al rendimiento de algodón en hueso, las variedades más rendidoras fueron FM - 958 LL y DP - 445, con producciones de 3694 y 3397 kg ha⁻¹ respectivamente, mientras que la DP - 143B2/RF con 2323kg fue la más baja. En la literatura consultada, en todas las evaluaciones realizadas se detectaron diferencias para rendimiento. En el Cuadro 2 se asientan estos datos.

Los máximos rendimientos de fibra se presentaron en las variedades FM-958 LL, DP-445 y DP-455BG/RR con 1570, 1504 y 1401 kg ha⁻¹ cada una y, al igual que la variable anterior, la DP-143B2/RF fue la menos productiva con 948 kg ha⁻¹. Desafortunadamente, no se puede decir que son excelentes rendimientos porque en la tercera fecha la produc-

VARIEDAD	NOMBRE	NC	PF	RAH	RF
1	DP-393	8.40	0.42	3113	1328
2	SG-821	8.16	0.40	2919	1185
3	DP-448B	8.06	0.40	3205	1315
4	DP-445	9.01	0.44	3397	1504
5	DP-164B2 RF	9.61	0.40	2951	1196
6	DP-455BG RR	10.25	0.44	3142	1401
7	DP-143B2 RF	8.90	0.40	2323	947
8	DP-565	8.41	0.40	2796	1149
9	FM-989	8.68	0.42	3225	1362
10	FM-966	7.58	0.42	3053	1302
11	FM-958 LL	8.45	0.42	3695	1570
DMSH Tukey (0.05)		3.02ns	0.017	996	420.28
Promedio		8.68	0.4182	3074	1296
Coefficiente de variación		25.86%	3.00%	24.03%	24.04%

Cuadro 2. Promedios de número de capullos, porcentaje de fibra, rendimiento de algodón en hueso y de fibra de las 11 variedades de algodón evaluadas en tres fechas de siembra en el Valle de Juárez, Chihuahua. P-V 2007.

ción disminuyó en más del 50%, lo cual repercute en el promedio final. Resultados con diferencias en rendimiento entre variedades son consignados por Corral (2003) y Norton *et al.* (2002).

De los componentes utilizados para medir la calidad de la fibra, solamente la longitud y la resistencia presentaron diferencias estadísticas; los promedios se observan en el Cuadro 3. Para longitud de fibra DP-565, DP-164B2/RF, DP - 143B2/RF, FM - 958LL y FM - 966, se clasifican como fibras largas al superar la pulgada y 1/8" de largo; cualquiera de estas variedades puede recomendarse para siembras comerciales por su longitud de fibra

Para resistencia, de acuerdo a la clasificación internacional, se consideran dos con resistencia muy alta (mayor a 29 g/tex), FM -958LL y FM-989; seis de resistencia alta (27 a 29 g/tex) y solamente tres con resistencia media (24 a 26 g/tex) DP -455BG/RR, DP-448B y DP-143B2/RF. El promedio de la finura, 4.67 im, es considerado como base para aplicar descuentos o premios. Estadísticamente todas las variedades se clasifican como fibras de

finura media, ya que los rangos encontrados fueron de 4.54 a 4.78 im.

Interacción fechas de siembra y variedades

En la Figura 1 se observa que, en la primera fecha de siembra, las mejores variedades en rendimiento de algodón en hueso fueron DP-445 (4) y FM- 958LL (11) con 4941kg ha⁻¹ y 4824 kg ha⁻¹. Mientras que, en la segunda fecha, las variedades 2, 3, 5 y 9 superaron en producción a la primera y tercera fecha. Ello implica que no sea fácil recomendar una variedad específica. En la última fecha ninguna variedad tuvo una producción más sobresaliente que en las dos primeras, reduciéndose el rendimiento en más del 50%. Para rendimiento de fibra, se notará que presenta un comportamiento similar que para RAH. Ninguna variedad es recomendable para siembras tardías, aunque es posible recomendar al menos cinco variedades que superaron los 1500 kg de fibra o las 7 pacas por hectárea en las dos primeras fechas, como son la 3, 6,9,10 y

VARIEDAD	NOMBRE	FINURA	RESISTENCIA	LONGITUD
1	DP-393	4.64	27.53	1.10
2	SG-821	4.63	28.91	1.10
3	DP-448B	4.78	26.16	1.09
4	DP-445	4.69	27.59	1.10
5	DP-164B2 RF	4.65	27.57	1.15
6	DP-455BG RR	4.61	26.97	1.09
7	DP-143B2 RF	4.54	26.07	1.14
8	DP-565	4.77	28.12	1.16
9	FM-989	4.70	29.09	1.10
10	FM-966	4.71	28.96	1.11
11	FM-958 LL	4.62	29.41	1.13
DMSH Tukey (0.05)		0.34ns	2.25	0.06
Promedio		4.67	27.85	1.21
Coefficiente de variación		5.42%	6.01%	4.10%

Cuadro 3. Promedios de finura de fibra, resistencia y longitud de las 11 variedades de algodón evaluadas en tres fechas de siembra en el Valle de Juárez, Chihuahua P-V 2007

11 (DP- 448B, DP-455 BG/RR, FM-989, FM-966 y FM-958LL).

La calidad de la fibra no presentó diferencias significativas para longitud y resistencia en la interacción fechas y variedad. Sin embargo, la finura o micronaire, que expresa la madurez de la fibra, resultó afectada. Se encontró que, en general, los mayores índices de micronaire fueron se observaron para la tercera fecha en todas las variedades; la

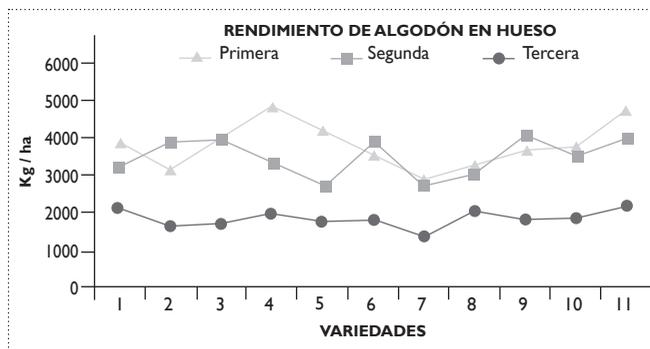


Figura 1. Interacción de fechas de siembra y variedades para rendimiento de algodón en hueso en el Valle de Juárez, Chihuahua P-V 2007.

DP448-B y DP- 565 se clasifican como fibras gruesas por superar el índice de micronaire de 5.0 unidades; el resto son consideradas de finura media. En la segunda fecha los índices fueron más altos que en la primera. La única interacción observada se dio en la variedad FM-989 con índices de finura de 4.54 y 4.64, en la segunda y primera fecha, respectivamente.

CONCLUSIONES

1. Se detectaron diferencias significativas en el factor fecha de siembra para todas las variables evaluadas como etapas fenológicas, componentes de rendimiento, calidad de fibra y rendimiento de algodón en hueso y fibra.
2. El retraso de la fecha de siembra causó una disminución en el tiempo requerido para la aparición de días a primeros cuadros, flores y capullos.

3. El número de capullos, peso de capullo y porcentaje de fibra fueron mayores cuando la siembra se realizó en fecha más temprana.
4. Los rendimientos de fibra, algodón en hueso y número de pacas por hectárea fueron mayores en la primera y segunda fecha, mientras que en la tercera, los rendimientos disminuyeron más del 50%.
5. La longitud de la fibra fue mayor en la segunda fecha, en tanto que las fibras más finas y las de menor resistencia se presentaron en la primera fecha de siembra.
6. Las mejores variedades para rendimiento de fibra fueron FM-958LL, DP-445 y DP-455 BG/RR y FM-989, con rendimientos de 1570, 1504, 1401 y 1362 kg ha⁻¹ respectivamente, lo que equivale a 6.91, 6.63, 6.17 y 6.00 pacas por hectárea.
7. En cuanto a finura y uniformidad de fibra, todas las variedades resultaron iguales. Para longitud: DP - 565, DP-164B2/RF, DP-143B2/RF, FM-958LL y FM-966 superaron la pulgada y 1/8", siendo clasificadas como largas. Las variedades FM-958LL y FM-989 son consideradas como de resistencia muy alta porque superaron los 29 gramos/tex.
8. En base a la interacción presentada para fechas de siembra y variedades se pueden seleccionar las dos primeras fechas y las variedades DP - 448B, DP-455BG/RR, FM-989 y FM-958LL por su mejor rendimiento y calidad de fibra.

LITERATURA REVISADA

- Corral D., B (1991), *Variedades de algodón de fibra corta una alternativa de producción para el Noroeste de Chihuahua*. In Memorias del XXIV Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, Pachuca, Hgo., p. 342.
- Corral D., B. (1996), *Informe de Investigación variedades de algodón Delta pine 1995*. CEVAJ-INIFAP-SARH. Praxedis G. Gro., Chih., p22.
- Corral D., B. (2003), *Evaluación del sistema de solución faena algodón sembrado en lotes fuertemente infestados con gloria de la mañana (Convolvulus arvensis) en el Valle de Juárez, Chih.*, Informe final, INIFAP-CEVAJ, Praxedis G. Gro., Chih., p42
- Deltapine (2008), *Seed guide west Texas, Oklahoma, Kansas and New Mexico*, Scott, Mississippi, p20.
- FiberMax Cotton (2008), *Southwest variety guide 2008*. Bayer Crop Science. Trangle Park, NC. 22p.
- Figuroa V.,U. (1985), *Evaluación de variedades de algodón en diferentes fechas de siembra*, En: XII Congreso Nacional de Fitogenética, Cd. Juárez, Chih., p484
- Godoy A., S. y A. Palomo G. (1975), *Efecto de la fecha de siembra y poblaciones de plantas sobre la productividad, componentes de rendimiento calidad de fibra de los cultivares de algodón en San Pedro Coahuila*, CIAN-SARH, Informe de investigación Agrícola en la Comarca Lagunera, 217p.
- Mila M Phipps B; A Phillips and B Tanner (2005), *Cotton date of planting study*, Missouri Agricultural Exp. Station Field Day Report, 12p.
- Norton E.,R. , D.L. Hatch and K.F. Ellsworth (2007), *2006 Arizona upland cotton advanced strain testing program. Cotton a College of agriculture and life sciences report*, Agr. Exp. Stat.Univ., Arizona-USDA, Series p180 2:125-145.
- Norton E, R., L, J. Clarck and E. W. Carpenter (2002), *Planting date day evaluation in Graham County, Cotton Cooperative Extension, Agr. Exo. Sta. University of Arizona series*, p130 5-12.
- Reyes C., C. (1975). *Determinación de la fecha de siembra y población de plantas óptima para tres variedades de algodón en el Valle de Juárez, Chihuahua*, Informe de investigación Agrícola, SARH – INIA- CAEVAJ, p25-27.
- Reyes C., C. (1977), *Efecto de la fecha de siembra y poblaciones de plantas en el rendimiento de dos variedades de algodón en el Valle de Juárez Chihuahua*. Informe de investigación Agrícola de 1977, SARH – INIA- CAEVAJ, 14 p.
- SIAP (2008), *Servicio de Información Estadística Agropecuaria y Pesquera*. <www.sagarpa.gob.mx>
- Silvertooth. J. C. (2002), *Review of the 2001 Arizona cotton season*, University of Arizona, Cooperative Ext.Agrc. Expr. Stat.- USDA, Series P-130:1-2p.
- Silvertooth J. C. and A. Galadima (2002), *Evaluation of irrigation termination effects on fiber micronaire and yield of upland cotton, 2001-2002*, University of Arizona, Cooperative Ext. Agrc. Expr. Stat.- USDA, Series P-130:17-41p.

■ ARTÍCULO ORIGINAL

Caracterización del ovino tarahumara para su conservación biológica

Jaramillo López Esaúl¹, Perezgrovas Raúl², Rodríguez Galván Guadalupe², Molinar Holguín Francisco¹, Rubio Tabarez Ezequiel¹, Tania Karola Perea¹ y Zaragoza Lourdes².

RESUMEN

La oveja Tarahumara es una raza autóctona de la cual se conoce muy poco, siendo el objetivo del presente trabajo determinar sus características de lana así como también sus características fenotípicas y zoométricas. Este estudio se realizó en 2008 en diferentes comunidades indígenas y mostró los siguientes hallazgos: en la composición de la mecha predominan las fibras cortas-finas ($82.0 \pm 7.3\%$); la cantidad de fibras largas-gruesas llega a $13.7 \pm 6.0\%$; el rendimiento al desengrasado es de $73.2 \pm 8.2\%$; el color más frecuente es el negro; el perfil es semiconvexo, las orejas semipendulosas, presentándose manchas blancas en cabeza y cola; las hembras son acornes y pesaron 20.26 ± 2.98 mientras que el peso de los machos fue de 28.10 ± 6.22 kg.

Palabras clave: longitud de la mecha, diámetro, longitud y perímetro.

INTRODUCCIÓN

Los ovinos son una de las especies que más se han difundido en el mundo. Sin embargo, existe muy poca información sobre el ganado lanar de la Sierra Tarahumara de Chihuahua en el norte de México y, la mayor parte de ella, se remonta a relatos de 1890. El catálogo oficial de la FAO (2008), apenas menciona que la oveja Tarahumara es una variedad de criollo y que es ganado productor de lana.

En México, solamente existía el borrego cimarrón y las ovejas domésticas fueron introducidas al llegar los conquistadores españoles quienes, en su mayoría, provenían del sur de la Península Ibérica. Los primeros ovinos llegados a nuestro país eran de las razas Churra, Lacha y Manchega. Posteriormente, llegaron ejemplares de la raza Merina (Medrano, 2000). De esta manera, el país se fue poblando de ganado lanar y, a principios del siglo XX, la mayor parte del país contaba con ganado

¹ Departamento de Ciencias Veterinarias, Instituto de Ciencias Biomédicas, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. ejaramil@uacj.mx.
² Instituto de Estudios Indigenistas-UNACH, Centro Universitario Campus III, San Cristóbal de las Casas Chiapas. rgrovas@unach.mx.

criollo descendiente de las razas antes mencionadas.

En un primer acercamiento etnográfico, Lumholtz (1994), describe rebaños de ovejas y carneros en la sierra Tarahumara, con las características de poseer cuatro a seis cuernos; dichos animales fueron introducidos por los misioneros españoles. En la lista de razas autóctonas de México, publicadas por la FAO en el año de 1997, se menciona la existencia de la oveja Tarahumara (Sierra, 1989). Menos información se obtiene de DAD-IS, pues el catálogo oficial de la FAO (2008) apenas menciona que la oveja Tarahumara “es una variedad de Criollo” y que es productor de lana.

En México, la importación de razas de ovinos sin control y el cruzamiento de éstas con las razas nativas, pone en riesgo la biodiversidad, al no conocer el potencial productivo y reproductivo de las razas nativas, que por más de 400 años han sobrevivido en distintos ecosistemas.

Por ello, es necesario estudiar a fondo las características más importantes de la oveja Tarahumara. El objetivo del presente proyecto fue investigar las características del vellón, la mecha y las diferentes fibras de lana en esta oveja. También se determinaron sus características fenotípicas y zoométricas para ayudar a la conservación genética de los animales domésticos autóctonos.

Material y métodos

El trabajo se realizó en los meses de febrero y mayo de 2008 en la Sierra Tarahumara, en el municipio de Guachochi, Chihuahua, en el ejido de Basihuare y la comunidades de Cipochi, Aquiguachi, Rejogochi y La Piedra.

Se procesaron 44 muestras de lana clasificadas de acuerdo a su color como: café = 7, negro = 23 y blanco = 14, de ovejas de ambos sexos.

En el laboratorio de Calidad de la Lana se apartaron submuestras para los estudios macroscópi-

cos: a) la longitud de la mecha y de cada uno de los diferentes tipos de fibra se midió con una regla graduada, b) la composición de la mecha se determinó porcentualmente al separar y contar los diferentes tipos de fibra bajo el lente de aumento con iluminación, y c) el rendimiento al desengrasado alcohólico se estableció por medio de remojo (24 horas), lavado y doble enjuagado con isopropanol, seguido de acondicionamiento de las muestras por 48 horas a 22°C y 60% de humedad relativa.

El estudio microscópico se hizo con videomicroscopio tras cortar las fibras en secciones de 1 mm y fijarlas de manera permanente con xylol en laminillas de vidrio. Se realizó la lectura en 312 fibras por cada muestra y con la base de datos se estructuraron histogramas de distribución de frecuencia del diámetro de las fibras.

Se tomaron las características fenotípicas y zoométricas de 9 machos y 54 hembras adultas, provenientes de nueve rebaños distintos, de acuerdo a la metodología descrita por la FAO (1986 y 2007). Los parámetros fenotípicos evaluados fueron: perfil de la cabeza (1 = recto, 2 = semiconvexo, 3 = muy convexo), posición de las orejas, número y disposición de los cuernos, color de la capa, características fanerópticas, tipo de vellón y regiones corporales cubiertas de lana.

Las variables zoométricas registradas fueron: perímetro torácico, largo del cuerpo (de la nuca a la base de la cola), largo del tronco (de la cruz a la grupa), altura a la cruz, altura a la grupa, ancho de grupa, largo de cabeza, ancho de cabeza, largo de oreja, ancho de oreja, perímetro de la caña anterior, perímetro de caña posterior y peso corporal. Se utilizó una báscula digital para pesar a las ovejas, así como también cinta elástica, bastón zoométrico graduado, regla y compás para las medidas zoométricas. Los datos obtenidos se analizaron mediante estadística descriptiva a través de los programas de cómputo Excel y SPSS, estableciendo correlaciones entre las diferentes variables evaluadas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Característica de la lana

En el Cuadro 1 se presentan los resultados obtenidos para las diferentes características de la lana de los tres fenotipos del borrego Tarahumara, constándose que la longitud de fibras largas, cortas y *kemp*, fue similar en los tres fenotipos ($P > 0.05$). El borrego Tarahumara café tiene una mayor proporción de fibras cortas ($P < 0.05$), mientras que el porcentaje de fibras *Kemp* también fue mayor en este fenotipo que en el blanco y en el negro ($P < 0.05$).

Correlaciones.

En el Cuadro 2 se muestran las correlaciones de Pearson obtenidas para los parámetros de longitud de la mecha estudiados en el borrego Tarahumara. Destaca el Coeficiente de Correlación entre la longitud en centímetros de las fibras largas-gruesas (longitud de la mecha) y las fibras cortas-finas ($r > 0.6$), así como también el porcentaje entre fibras largas-gruesas y fibras cortas-finas muestra una correlación alta negativa ($r > -0.8$).

Distribución de las diferentes fibras de la mecha por fenotipo.

En la Figura 1 se pueden ver las medidas de diámetro de las diferentes fibras de la mecha del borrego Tarahumara expresadas en micrómetros, apreciándose que el diámetro de las fibras cortas-finas varía entre 12 y 44 micrómetros, mientras que el de las largas-gruesas oscila entre 45 y 60 micrómetros y el de las fibras *Kemp* entre 60 y 100 micrómetros. El grupo de las fibras cortas-finas se diferencia bien, al contrario del de las largas-gruesas que es un grupo poco diferenciado; el grupo de las fibras *Kemp* no es muy grande.

En la Figura 2, se presenta la distribución de las fibras del borrego Tarahumara de fenotipo negro. En esta figura se demuestra que hay mayor número de fibras delgadas, que varían entre 24 y 28 micrómetros de diámetro, lo que las diferencia de los restantes grupos de fibras; las fibras largas-gruesas cuyo diámetro oscila entre 44 y 56 micrómetros, representan un grupo poco diferenciado; las fibras *Kemp* mostraron una mayor variación en su diámetro, de entre 59 y 100 micrómetros.

	TARAHUMARA BLANCO	TARAHUMARA CAFÉ	TARAHUMARA NEGRO
Longitud de fibras largas (cm.)	12.4 ± 2.7a	10.1 ± 3.7a	12.8 ± 2.5a
Proporción de fibras largas (%)	14.3 ± 7.2b	8.3 ± 5.6a	14.9 ± 4.5b
Longitud de fibras cortas (cm.)	8.7 ± 1.4a	7.0 ± 1.7a	8.4 ± 1.4a
Proporción de fibras cortas (%)	81.6 ± 9.7a	86.4 ± 6.6b	80.9 ± 5.3a
Longitud de fibras Kemp (cm.)	4.4 ± 1.5a	3.8 ± 1.1a	4.4 ± 2.0a
Proporción de fibras Kemp (%)	4.0 ± 3.7a	5.2 ± 4.5b	4.1 ± 3.9a
Rendimiento al desengrasado (%)	73.3 ± 8.6a	77.5 ± 7.4a	71.7 ± 8.1a

Dentro de líneas valores con diferente letra difieren entre sí ($P < 0.05$).

Cuadro 1. Análisis comparativo entre fenotipos del borrego Tarahumara.

	Larga cm.	Corta cm.	Kemp cm.	Edad	% Larga	% Corta	% Kemp
Larga cm.							
Corta cm.	0.633						
Kemp cm.	0.282	0.278					
Edad	0.126	0.122	-0.169				
%Larga	0.171	0.144	0.295	-0.216			
%Corta	0.002	-0.012	-0.262	0.235	-0.84		
%Kemp	-0.266	-0.197	0.038	-0.03	0.04	-0.568	

Cuadro 2. Coeficiente de Correlación para características de longitud de la mecha del borrego Tarahumara.

La Figura 3 señala la distribución de las fibras del borrego Tarahumara de fenotipo café. Como puede verse, las fibras largas-gruesas nuevamente entran en el rango de los 40 a 56 micrómetros; las cortas-finas en el de los 12 a 40 micrómetros y las fibras *Kemp* en el de los 60 a 100 micrómetros, lo que las diferencia del resto de las fibras.

Finalmente, en la Figura 4 se presenta la distribución de las fibras del borrego Tarahumara de fenotipo blanco. Las fibras cortas-finas se encuentran alrededor de los 24 micrómetros de diámetro; las fibras largas-gruesas nuevamente varían en un rango de 44 a 60 micrómetros y las fibras *Kemp* lo hacen entre los 60 y 100 micrómetros.

Características fenotípicas y zoométricas

Se encontraron diferencias significativas en algunas de las características zoométricas de las ovejas Tarahumaras dependiendo de la localidad, lo que se asocia a que las condiciones orográficas y, el consiguiente recurso forrajero, fueron distintos para los rebaños estudiados. Sin embargo, los datos pueden utilizarse para hacer una primera aproximación al patrón fenotípico y zoométrico del ganado lanar de la región. Igualmente, se halló que los indicadores zoométricos de los machos no son semejantes a los de las hembras, por lo que aquí se presentan de forma independiente.

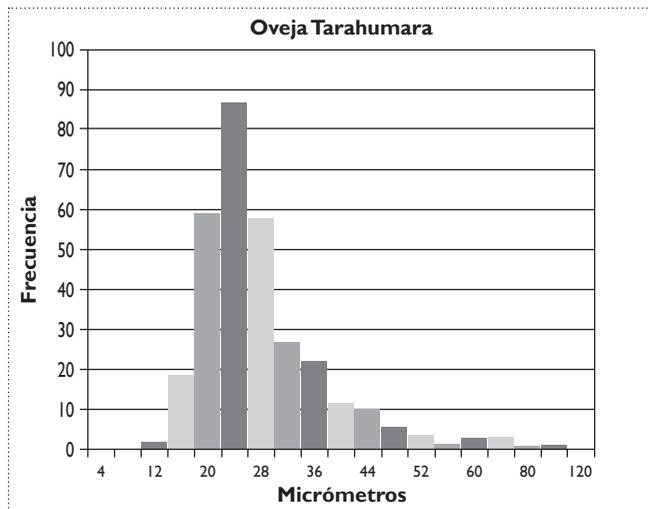


Figura 1. Distribución de las diferentes fibras del borrego Tarahumara (los 3 fenotipos en conjunto).

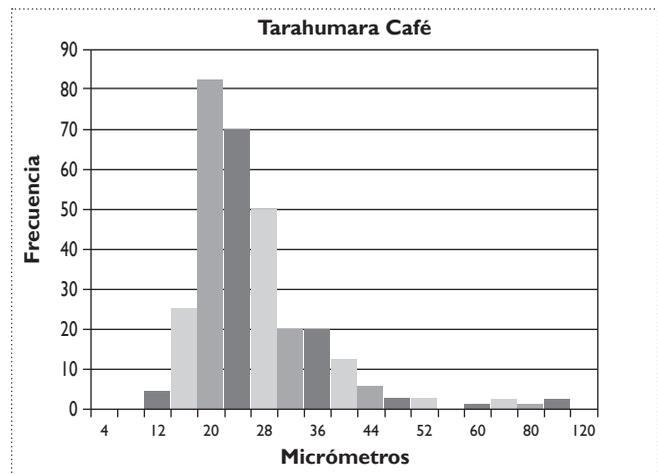


Figura 3. Distribución de las fibras en el borrego Tarahumara café.

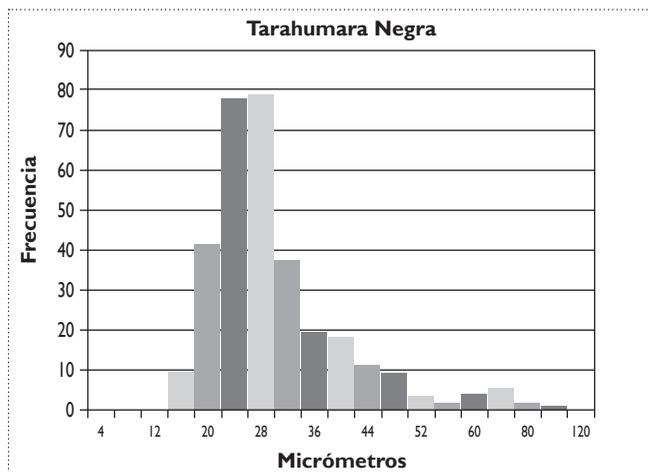


Figura 2. Distribución de las diferentes fibras en el borrego Tarahumara negro.

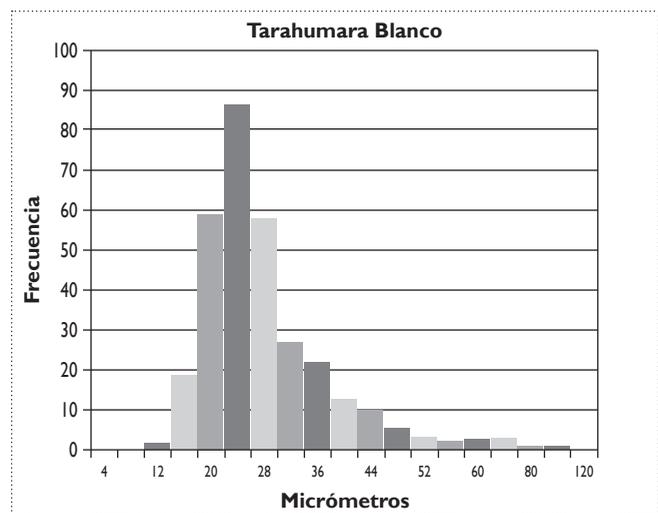


Figura 4. Distribución de las fibras en el borrego Tarahumara blanco.

En lo que se refiere al fenotipo, las hembras muestran un perfil semiconvexo en la cara (1.9 ± 0.3), siendo más convexo en los machos (2.6 ± 0.5 ; $P < 0.001$). En animales de cualquiera de los sexos predominan las orejas semipendulosas (79.4%), y, curiosamente, existe un número elevado de animales con orejas muy pequeñas (9.5%), correspondientes al criterio ‘sin orejas’ estipulado por la FAO (1986).

Las hembras son acornes (el 6 % presenta muñones); sin embargo, 85.5% de los machos, mostraron cuernos. Con respecto a la lana en 68.3% se observó la doble capa típica de las razas autóctonas en tanto 22% no pudo definirse con certeza debido a que la trasquila se había realizado en forma reciente. El 9.5% de los ovinos presentó una sola capa, lo cual se asoció a la reciente introducción de algunas ovejas de tipo Corriedale a un rebaño. El 6 % de los animales mostraron mamellas (gargantillas).

En relación a las características fenotípicas, el color predominante de la capa es el negro (71.4%), seguido por la tonalidad café (17.5%). Solamente 6.3% de las ovejas fueron de color blanco. Entre las ovejas de color negro, 28.8% no presentó manchas, mientras que 71.1% mostró una mancha blanca en la cabeza; el corte de cola en algunos animales pudo enmascarar una mancha blanca en

esta región, la que fue visible en muchos casos. En el caso de los animales de capa café, destacaron los que tienen la piel de color rubio (11.1%), seguidos por los que mostraron el patrón denominado ‘cara de tejón’, es decir, marcas simétricas alargadas de colores negro, dorado y blanco en la cara, con vellón de color claro y barriga de color oscuro. Este patrón fenotípico ha sido descrito por Adalsteinsson (1970) como uno de los tres patrones básicos (junto al ‘gris’ y al ‘muflón’), en su estudio exhaustivo sobre la herencia del color del vellón en ovejas de Islandia.

La mayor parte de las ovejas (87.7%), presentó cubierta de lana en la parte alta de la cabeza; sólo 1.6% mostró cubierta de lana en las piernas. El peso promedio del vellón fue de 0.87 ± 0.22 kg. Al respecto, las indígenas describieron que se hace una sola trasquila al año, la cual se lleva a cabo en el mes de mayo cuando terminan los fríos invernales. Los vellones son transformados manualmente por las indígenas de la Sierra Tarahumara que tejen pesadas mantas de colores naturales con las que se protegen de las condiciones ambientales extremas.

Las medidas zoométricas de la oveja Tarahumara se presentan en el Cuadro 3. La zoometría demuestra que es un animal mediano, siendo de mayor peso los machos que las hembras, de cuer-

CARACTERÍSTICA	MACHOS		HEMBRAS	
	Media \pm D.E.	CV	Media \pm D.E.	CV
Peso corporal	28.10 \pm 6.22	22.14	20.26 \pm 2.98	14.73
Perímetro torácico	76.81 \pm 7.76	10.10	69.96 \pm 4.72	6.74
Largo del cuerpo	89.50 \pm 3.93	4.39	81.71 \pm 5.77	7.06
Largo del tronco	47.62 \pm 3.34	7.01	44.08 \pm 3.20	7.27
Perímetro de caña anterior	7.25 \pm 0.60	8.25	6.63 \pm 0.40	6.07
Perímetro de caña posterior	8.19 \pm 0.70	8.60	7.69 \pm 0.61	7.92
Alzada a la cruz	60.25 \pm 3.41	5.66	55.70 \pm 2.81	5.05
Alzada a la grupa	60.13 \pm 3.14	5.22	56.04 \pm 3.60	6.43
Largo de la cabeza	23.94 \pm 1.05	4.39	22.07 \pm 1.01	4.58
Largo de la oreja	6.94 \pm 2.21	31.87	8.47 \pm 1.36	16.01
Diámetro testicular	24.00 \pm 1.83	7.61		

Cuadro 3. Medidas zoométricas (cm) en machos y hembras del ovino Tarahumara.

po armónico y proporcionado, con patas delgadas apropiada para desplazamientos largos en la montaña. Los mayores coeficientes de variación se encontraron, por un lado, en el peso corporal por el contraste entre machos y hembras y, por otra parte, en el largo de la oreja debido a la alta frecuencia de animales 'sin orejas'. El resto de las características evaluadas muestran coeficientes de variación pequeños que permiten establecer un primer patrón zoométrico.

Las pruebas de correlación entre las diferentes características zoométricas y fenotípicas revelaron altos coeficientes de correlación entre el peso del vellón sucio, el peso corporal (0.729) y el largo del cuerpo (0.740), mientras que fueron moderados entre el peso corporal, las alzas a la cruz (0.651) y a la grupa (0.694).

CONCLUSIONES

Por primera vez se generó un patrón fenotípico y zoométrico del ovino Tarahumara: es un animal bien proporcionado, de porte bajo y de tamaño mediano. La lana de la oveja de la Sierra Tarahumara es particular de los ovinos autóctonos de México, presentando un vellón de doble capa que constituye una materia prima adecuada para el uso textil. Es un ovino productor de lana con diferentes tipos de fibra en el vellón; el color de la piel y del vellón es negro, mostrando manchas blancas en la parte alta de la cabeza y en el extremo de la cola. Los machos presentan cuernos en espiral en tanto que las hembras son acornes; el perfil en los animales es semiconvexo y las orejas semipendulosas. El peso promedio de las hembras es de 20.26 ± 2.98 kg y el de los machos de 28.10 ± 6.22 kg. Se tiene ya una parte de la información básica para los estudios de conservación y mejora.

BIBLIOGRAFÍA

- Adalsteinsson, S. (1970), *Colour inheritance in Icelandic sheep and relation between colour, fertility and fertilization*, J. Agr. Res. Icel., Vol. 2(1): 3-135 pp.
- FAO. ANIMAL PRODUCTION AND HEALTH PAPER 59/2. Animal genetic resources data banks. 2. Descriptor lists for cattle, buffalo, pigs, sheep and goats. 1986. Rome Italy.
- FAO. The State of the World's Animal resources for Food and Agriculture, edited by Barbara Rischkowsky & Dafydd Pilling. 2007. Rome, Italy.
- FAO. 2008. Domestic Animal Diversity-Information Service. Razas por especie y país. Consultado en línea el 24 de septiembre (<http://dad.fao.org>)
- Lumholtz, C. (1994). *El México Desconocido*. Programa Editorial del Ayuntamiento de Chihuahua. Chihuahua, México. Tomo 1.
- Medrano, J. A. (2000), *Recursos animales locales del Centro de México*. Archivos de Zootecnia. 49:385-390 pp.
- Perezgrovas, R. y H. Castro (2000), *El borrego Chiapas y el sistema tradicional de manejo de ovinos entre las pastoras tzotziles* Archivos de Zootecnia, España, Vol. 49(187): 391-403 pp.
- Sierra, A. C. (1998), *La conservación de los recursos genéticos animales en México*. Archivos de Zootecnia, Vol. 47:149-152pp.

■ ARTÍCULO ORIGINAL

Efectos causados por deltametrina y cipermetrina sobre la Ca^{2+} -ATPasa de membrana plasmática de eritrocito humano (PMCA4b)

Luis Fernando Plenge Tellechea, Manuel David Arellano Carrillo

RESUMEN

Los plaguicidas representan un riesgo para humanos, animales, plantas y medio ambiente. Sin embargo, también son de utilidad en tanto controlan plagas que causan enfermedades. La enzima ATPasa de Ca^{2+} de Membrana Plasmática (PMCA) participa como moduladora de pequeñas concentraciones de Ca^{2+} citosólico. Es regulada por calmodulina (CaM), que aumenta tanto su velocidad de reacción como su afinidad por el sustrato. La actividad catalítica de la enzima se altera a menores y mayores concentraciones de plaguicidas, deltametrina y cipermetrina (0.05 mM-0.5 mM), mostrando inhibición del 100% de la actividad, al llegar a 5 a 10 nmoles P_i /min/mg prot, siendo el control de 25 nmoles P_i . Incluso con CaM presenta alteración. Las alteraciones evidencian inhibición sin recuperación de actividad y, en menor grado, como activación enzimática, como fue el caso de cipermetrina 0.05 mM, en presencia de CaM, resultando con una V_{\max} 66.6 nmoles P_i /min/mg prot, con una K_m de 0.040 mM, siendo el control de una V_{\max} 61.6 nmoles P_i /min/mg prot, con una K_m de 0.050 mM. En presencia de CaM y Deltametrina, la actividad muestra inhibición por debajo del control, con una V_{\max} de 38.3 nmoles P_i /min/mg proteína y una K_m de 0.5 mM. Según el IC_{50} , Deltametrina resultó ser más agresiva para la enzima a concentraciones menores del plaguicida.

Palabras clave: Plaguicida; PMCA; CaM; deltametrina; cipermetrina

INTRODUCCIÓN

El Ca^{2+} es un catión, siendo el segundo mensajero universal en fisiología y en bioquímica. Entre otros procesos, este catión es regulado por distintas proteínas de membrana. Una de ellas es la ATPasa de Ca^{2+} de Membrana Plasmática (PMCA), que se encarga de mantener regulados los niveles intracelulares de Ca^{2+} . Muchos de los procesos bioquímicos determinados por los plaguicidas son desconocidos y, su uso indiscriminado, obliga a conocer los mecanismos bioquímicos producidos sobre las proteínas reguladoras de la homeostasis celular de los organismos. Los plaguicidas son diseñados para causar efectos adversos en los organismos vivos y representan un peligro potencial para los seres humanos, animales, plantas y el ambiente en general. La exposición a plaguicidas se asocia a un creciente número de efectos crónicos en la salud (Plenge y Vargas, 2003; Dalvie *et al.*, 2003). Los piretroides, constituyen un grupo de plaguicidas ampliamente utilizado tanto en la agricultura como en el hogar. La exposición a insecticidas piretroides se ha descrito desde hace ya varios años, y los efectos negativos de estos compuestos incluyen alteraciones en el sistema nervioso y en el sistema inmunológico (Soderlund *et al.*, 2002). La tasa de absorción cutánea de los piretroides es baja, describiéndose alteraciones en la piel como reacciones alérgicas y dermatitis (Ferrer, 2003). Dichas alteraciones se relacionan con la afectación directa de las proteínas en los sistemas membranosos y puede ser capaz de ocasionar la muerte del organismo. Estos compuestos de origen hidrofóbico, inciden directamente sobre las regiones no polares de las proteínas modificando su función (Antúnez y Madeira, 1994). En este trabajo, se evaluaron los efectos *in vitro* de Deltametrina y Cipermetrina sobre la actividad de la ATPasa de Ca^{2+} de Membrana Plasmática (PMCA) nativa y en presencia de calmodulina (CaM).

METODOLOGIA

El procedimiento de extracción de membranas plasmáticas libres de calmodulina y hemoglobina (fantasmas), se llevó a cabo en un cuarto refrigerado a 4 °C de acuerdo al método descrito por Niggli *et al.* (1981). Al final del procedimiento, los fantasmas de eritrocito se resuspendieron en Mops- K^+ 10 mM (pH 7.4) y se guardaron en alícuotas a -20°C. La medición de la concentración de proteína se realizó mediante el método descrito por Lowry *et al.* (1951). La actividad hidrolítica de PMCA se determinó colorimétricamente siguiendo la cuantificación de P_i durante la reacción de hidrólisis de ATP, método descrito por Lanzetta *et al.* (1979). Para la activación de PMCA por CaM el medio de reacción a 37 °C contenía: Mops 30 mM (pH 7.2), KCl 130 mM, MgCl_2 3 mM, EGTA 0.5 mM, CaCl_2 0.5 mM (pCa 5.0), 0.12 mg prot/ml y concentraciones de CaM. Las reacciones típicas se iniciaron añadiendo ATP 1 mM. Para las medidas de dependencia de ATP se usaron concentraciones de 0.1, 0.25, 0.5 y 1 mM. Si se desean más detalles se pueden ver los pies de Figura. Los resultados de inhibición se realizaron manualmente.

RESULTADOS

La actividad PMCA se llevó a cabo en un medio de reacción que contenía: Mops (pH 7.2), KCl 80 mM, MgCl_2 5 mM, EGTA 0.5 mM, CaCl_2 0.5 mM (Ca^{2+} libre 10 μM), membrana de eritrocito a una concentración de 0.12 mg prot/ml y ATP 1 mM. La enzima se expuso a a diferentes concentraciones de los plaguicidas Deltametrina y Cipermetrina (0.05, 0.1 0.2, 0.3, 0.4 y 0.5 mM), para las cuales muestra diferentes efectos, tanto de inhibición como de activación y actividades no alteradas. Las actividades también fueron expuestas a una proteína denominada calmodulina (CaM). CaM tiene la característica de reconocer y regular estructural y funcionalmente una gran variedad de enzimas, de las cuales, la única ATPasa que regula directamen-

te es la bomba de Ca^{2+} de membrana plasmática de eritrocito PMCA (Verma *et al.*, 1995); la afinidad por Ca^{2+} y la velocidad máxima de la enzima aumentan considerablemente en presencia de calmodulina, presentando una menor K_m (Enyedi *et al.*, 1989). La hidrólisis de ATP en el sitio de unión del nucleótido, proporciona la fuerza de conducción para el transporte de Ca^{2+} a través de la membrana plasmática.

La actividad enzimática nativa frente a diferentes concentraciones de plaguicidas Deltametrina (○) y Cipermetrina (●), muestra un control de 25 nmoles P_i /min/mg proteína, sin plaguicida con una K_m de 0.090 mM (Fig. 1A). En presencia de los plaguicidas a menores y mayores concentraciones, 0.05mM-0.5 mM, presenta inhibición del 100% de la actividad, hasta llegar con Deltametrina a 5 nmoles P_i /min/mg proteína y con Cipermetrina a 10 nmoles P_i /min/mg prot a mayores concentraciones 0.5 mM. El IC_{50} de Deltametrina es de 0.09

mM y el IC_{50} de Cipermetrina es de 0.06 mM. El valor de la significancia ($p * 0.081$) comparando la actividad en presencia de los dos plaguicidas a una concentración de 0.05 mM, también se realizó una comparación de la actividad enzimática en presencia de los dos plaguicidas a una concentración de 0.5 mM ($p ** 0.056$).

La actividad enzimática PMCA fue medida en presencia de CaM a diferentes concentraciones de los plaguicidas (Fig. 1B). Deltametrina (○) mostró inhibición de casi 100% de la actividad PMCA a bajas y altas concentraciones del plaguicida, sin recuperación. Cipermetrina (●) presentó actividad PMCA por arriba del control a bajas concentraciones del plaguicida, 0.05 mM, e inhibición de la misma a mayores concentraciones, 0.1-0.5 mM. En estas actividades, Deltametrina evidencia un IC_{50} de 0.06 mM y Cipermetrina un IC_{50} de 0.22 mM. La significancia se muestra con el control frente a la menor concentración de Deltametrina 0.05 mM

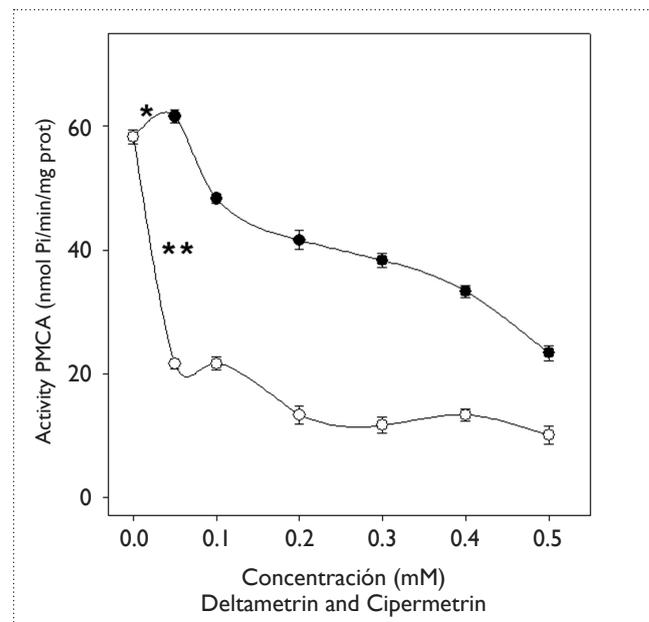
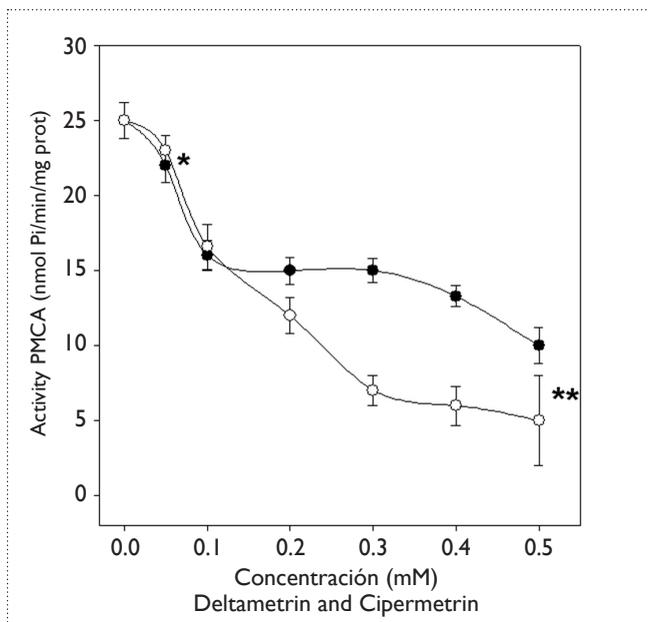


Fig. 1. Actividad enzimática de PMCA en presencia de diferentes concentraciones de Deltametrina y Cipermetrina (0.05-0.5 mM). A) Actividad PMCA nativa a diferentes concentraciones de Deltametrina (○) y Cipermetrina (●) para las cuales muestra inhibición a concentraciones menores 0.05 mM y a concentraciones mayores 0.5 mM (de?) los dos plaguicidas (○) (●). B) Actividad PMCA con CaM en presencia de Deltametrina y Cipermetrina en la cual se muestra inhibición por parte de Deltametrina a menores y mayores concentraciones (○); en presencia de Cipermetrina a menor concentración, 0.05 mM, muestra una actividad que activa la enzima por arriba del control y, a mayores concentraciones, 0.5 mM, se observa inhibición de casi el 100% (●).

($p * 0.208$); también se muestran las significancias del control contra Cipermetrina a baja concentración 0.05 mM ($p ** 0.000$).

La actividad de catálisis se muestra (encuentra?) inhibida por debajo del control (○), con una V_{max} de 25 nmoles Pi/min/mg proteína con una K_m de 0.090 mM y una actividad enzimática inhibida con Deltametrina (●) a una V_{max} de 20 nmoles Pi/min/mg proteína con una K_m de 0.03 mM y con Cipermetrina (▼) a una V_{max} de 13.3 nmoles Pi/min/mg proteína y una K_m de 0.25 mM, lo cual indica inhibición mixta en presencia de los dos plaguicidas (Fig. 2A). El valor de significancia ($p * 0.093$), se obtuvo comparando la actividad a bajas concentraciones de ATP 0.1 mM control (○) frente a Deltametrina (●) mientras que para el segundo valor de significancia se compararon actividades a bajas concentraciones de ATP 0.1 mM, control (○) frente y (a?) Cipermetrina (▼) ($p ** 1.000$).

La figura 2B muestra la actividad enzimática medida en presencia de CaM. El control (○) evidencia una V_{max} de 61.6 nmoles P_i /min/mg proteí-

na, con una K_m de 0.050 mM. La actividad con Deltametrina (●) presenta inhibición mixta por debajo del control, con una V_{max} de 38.3 nmoles P_i /min/mg proteína y una K_m de 0.5 mM. En presencia de Cipermetrina (▼), existe actividad por arriba del control con una V_{max} de 66.6 nmoles P_i /min/mg proteína y una K_m de 0.040 mM. Las comparaciones del valor de significancia fueron del control (○) frente a Cipermetrina (▼) a bajas concentraciones de ATP 0.1 mM ($p * 0.228$) y el segundo valor de significancia fue del control frente a Deltametrina a bajas concentraciones de ATP 0.1 mM ($p ** 0.036$).

DISCUSIONES

En lo que respecta al efecto de los plaguicidas en la hidrólisis de ATP, se sabe que la actividad ATPasa puede ser tomada como un índice importante de la actividad celular y como herramienta en toxicología (Rahman *et al.*, 2000). Las ATPasas son enzimas diana para ciertos productos como orga-

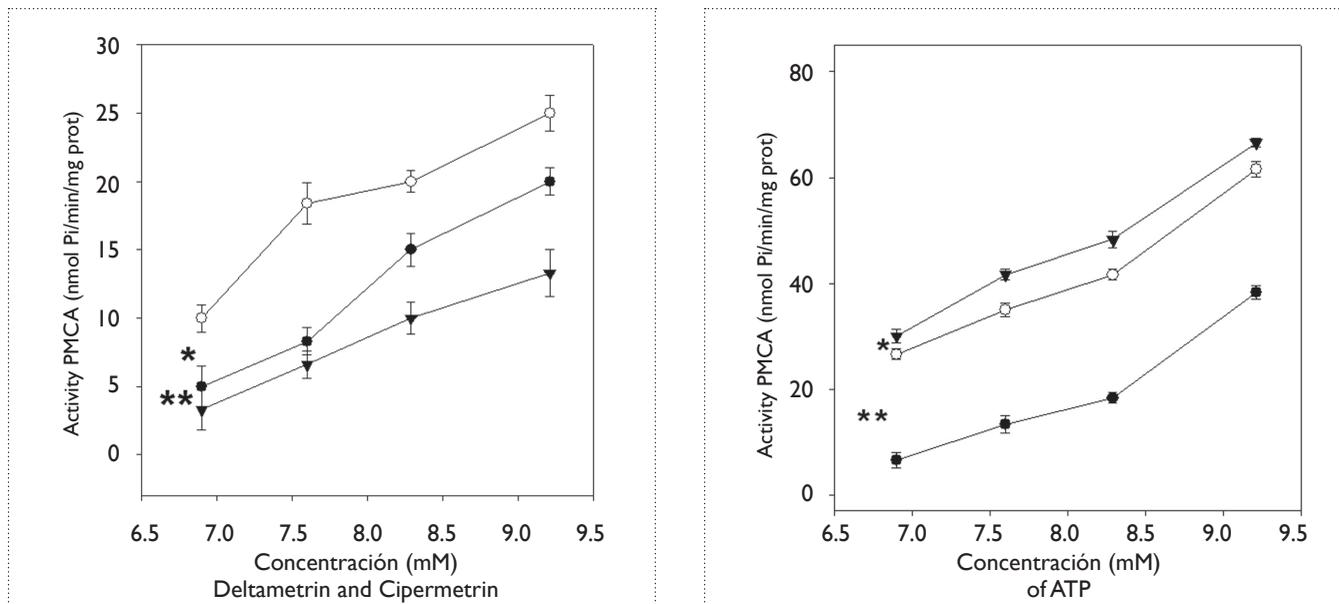


Fig. 2. Actividad enzimática de PMCA en presencia de Deltametrina y Cipermetrina (0.05 mM), con diferentes concentraciones de ATP (0.1, 0.25, 0.5 y 1 mM). A) Comparación de actividades PMCA nativa en presencia de Deltametrina (●), Cipermetrina (▼) y un control (○) en el cual se observa una inhibición de las actividades por debajo del control. B) Comparación de actividades PMCA en presencia de CaM y plaguicidas Deltametrina (●), Cipermetrina (▼) y un control (○) observándose actividades inhibidas por Deltametrina (●) y actividad por arriba del control (○) en el caso de Cipermetrina (▼).

noclorados que afectan la conducción de impulsos nerviosos (Jinna *et al.*, 1989). Sin embargo, existen pocos estudios acerca del efecto de organofosforados y carbamatos sobre la actividad de la ATPasa. Se han realizado estudios en cultivos celulares que presentan disminución de células viables en un periodo de 48-72 horas a concentraciones de 0.1 a 1 mM del plaguicida organofosforado Diazinón. A concentraciones de 5 μ M de Diazinón comercial, a las 24 horas se observa aumento de la viabilidad celular (Sosa *et al.*, 2009).

Estudios *in vitro* realizados en sinaptosomas de cerebro de gallina, revelan diferentes efectos sobre la estimulación de ATPasa de Ca^{2+} en presencia de organofosforados (Barber *et al.*, 2001). Comúnmente, moléculas hidrofóbicas afectan el estado E2, lo cual previene o disminuye la transición al estado E1 (Wang *et al.*, 1992). En este trabajo proponemos que los mecanismos de inhibición producidos, se deben a una interacción entre deltametrina y cipermetrina con la enzima nativa (sin CaM) con estas regiones, ya que arrojan como resultado inhibiciones mixtas, tratándose de una inhibición no competitiva, pues se fijan a un sitio distinto al del sustrato, adhiriéndose tanto a la enzima como al complejo ES, lo cual disminuye la V_{\max} y K_m . Se han demostrado inhibiciones de enzimas como acetilcolinesterasa, ATPasa- K^+ , Na^+ , Mg^{2+} y Ca^{2+} ATPasa de cerebro de rata en dosis dependientes del tiempo de exposición (Rahma *et al.*, 2000). Se propuso que una molécula estimula la ATPasa de Ca^{2+} del retículo (endo) sarcoplásmico (SERCA), requiriéndose que ésta interactúe con regiones anulares de la enzima (Starling *et al.*, 1994). Es interesante observar que la cipermetrina 0.05 mM aumenta la afinidad por el Ca^{2+} de forma aditiva con la CaM. Ello aumenta V_{\max} y el transporte de Ca^{2+} , por lo cual, la ATPasa de Ca^{2+} en presencia de CaM y cipermetrina 0.05 mM, es capaz de reducir la concentración de Ca^{2+} a un nivel inferior con mayor rapidez, creando consecuencias para las funciones de traducción de señales llevadas a cabo por este mensajero. Por ello, se propone interac-

ción *no* directa de cipermetrina a PMCA, siendo CaM el vehículo para esta estimulación, formándose un complejo (PMCA, CaM y cipermetrina). Se evidencia mayor afinidad en un orden de diferencia en ausencia y presencia de cipermetrina. La K_m control se presenta con 0.050 mM y, en presencia de cipermetrina, muestra 0.040 mM, lo que indica mayor afinidad por el sustrato.

CONCLUSIONES

En este estudio, la ATPasa fue sensible a la presencia de los plaguicidas deltametrina y cipermetrina a concentraciones de 0.05 mM, sin la utilización de CaM y en presencia de CaM. Ello nos lleva a proponer que los plaguicidas actúan directamente sobre la ATPasa de Ca^{2+} . Sin embargo, se demuestra que a menor concentración del plaguicida cipermetrina, 0.05 mM, y en presencia de CaM, existe un aumento en la actividad, activando la enzima por arriba del control, lo que indica el incremento de la afinidad de la enzima por el sustrato.

Esta investigación tuvo como objetivo obtener resultados acerca de la bioquímica, toxicología y diferencias entre los plaguicidas piretroides deltametrina y cipermetrina. Se hace la invitación a investigar los efectos producidos por los distintos plaguicidas utilizados en los diferentes países, ya que se siguen desarrollando distintos plaguicidas cada vez más agresivos. Las inhibiciones presentadas fueron mixtas, uniéndose el inhibidor a la enzima y al complejo enzima sustrato, lo cual disminuyó tanto la V_{\max} como el valor de K_m . Se piensa que este complejo se forma debido a que, en ausencia de CaM, se produce inhibición a menores concentraciones de cipermetrina pero, en presencia de CaM y cipermetrina, se observa estimulación.

En el caso particular de PMCA en presencia de CaM y Cipermetrina 0.05 mM, el comportamiento es distinto al descrito por la ecuación Lineweaver-Burk. Ésta detalla una forma rápida de comprobar el cumplimiento de la cinética de Michaelis-Menten y permite discriminar los distintos tipos de in-

hibición y regulación enzimática. En este caso se encontró el comportamiento de estimulación contrario, ya que el control indica menor eficiencia, a diferencia del complejo enzima, CaM y cipermetrina. Esto conduce a la hipótesis de que se puede lograr la misma unión de inhibidor y enzima descrita por Lineweaver-Burk pero con efecto contrario.

BIBLIOGRAFÍA

- Antunes, M., V. Madeira (1994), *Membrane fluidity as affected by organochlorine insecticide DDT*, Biochimica et Biophysica, Acta 861: 159-165.
- Barber, D., J. Hunt, M. Ehrich, (2001), *Inhibition of calciumstimulated ATPase in the hen brain P2 synaptosomal fraction by organophosphorus esters: relevance to delayed neuropathy*, J. Toxicol. Environ. Health A 63, 101–113.
- Dalvie, M., E. Caircross, A. Solomon, L. London (2003), *Contamination of rural surface and ground water by endosulfan in farming areas of the western Cape, South Africa*. Environ. Health. 2: 1-15.
- Enyedi, A., T. Vorherr, P. James, D. McCormick, A. Filoteo, E. Carafoli, J. Penniston (1989), *The calmodulin binding domain of the plasma membrane Ca^{2+} pump interacts both with calmodulin and with another part of the pump*, J. Biol. Chem. (264). 12313-12321.
- Ferrer, A. (2003), *Pesticide poisoning*. Annales sis. San Navarra. 26: 155-171.
- Jinna, R., J. Uzodinma, D. Desai (1989), *Age related changes in rat brain ATPases during treatment with chlordecone*, J. Toxicol. Environ. Health 27, 199–208.
- Lanzetta, P., L. Álvarez, P. Reinach, O. Candia (1979), *An improved assay for nanomole amounts of inorganic phosphate*, Anal Biochem. (100). 95-97.
- Lowry, O., N. Rosebrough, A. Farr, R. Randall (1951), *Protein measurement with the folin phenol reagent*, J. Biol. Chem. 265-275.
- Niggli, V., E. Adunyah, J. Penniston, E. Carafoli (1981), *Purified (Ca^{2+} - Mg^{2+})-ATPase of the erythrocyte membrane*, J. Biol. Chem. (256). 395-401.
- Plenge, L., J. Vargas (2003), *Efecto tóxico de los plaguicidas agrícolas sobre la relajación muscular. Estudio de la Ca^{2+} -ATPasa de retículo sarcoplásmico (SERCA)*, Ciencia en la Frontera. 2: 75-79.
- Rahman, M., M. Siddiqui, K. Jamil (2000), *Inhibition of acetylcholinesterase and different ATPases by a novel phosphorothionate (RPR-II) in rat brain*. Ecotoxicol, Environ. Saf. 47, 125–129.
- Sosa, Y., A. Fonseca, A. Martinez, F. Plenge (2009), *Efecto del diazinon sobre el cultivo de linfocitos de sangre periférica de humano*, Tecnociencia Chihuahua. Vol (3). No. 2. p: 97-106.
- Soderlund, D., J. Clarck, L. Sheets, L. Mullins, V. Piccirillo, D. Sargent, J. Stevens, L. Weiner (2002), *Mechanisms of pyrethroids neurotoxicity: implications for cumulative risk assessment*, Toxicology. 171. 3-59.
- Starling, P., G. Hughes J., East, G. Lee (1994), *Mechanism of Stimulation of the Calcium Adenosinetriphosphatase by Jasmonet*, Biochemistry, Vol. 33, No. 10. pp: 3023-3031
- Verma, A., A. Enyedi, A. Filoteo, E. Strehler, J. Penniston (1995), *Plasma membrane calcium pump isoform 4a has a longer calmodulin-binding domain than 4b*, J. Biol. Chem. (271). 3714- 3718.
- Wang, K., A. Villalobo, B. Roufogalis (1992), *The plasma membrane calcium pump: a multiregulated transporter*, Trends Cell. Biol. 2, 46-51.

■ ARTÍCULO ORIGINAL

Mineralización de nitrógeno orgánico en suelos agrícolas del norte de México

Juan P. Flores-Márquez¹, Baltazar Corral-Díaz¹, Uriel Figueroa Viramontes², Lizette Mauricio-Rivera¹
y Viridiana Sotomayor-Villezas¹

RESUMEN

El conocimiento de la mineralización de estiércol bovino en diferentes escenarios de producción agropecuaria es esencial para un uso y manejo apropiado de este abono orgánico. El objetivo del presente estudio fue determinar la tasa de mineralización de nitrógeno de estiércol bovino lechero en tres tipos de suelo en el Valle de Juárez, Chihuahua. Tres suelos con diferentes texturas fueron tratados con 150 t/ha de estiércol bovino lechero. La técnica incluyó cilindros de aluminio que fueron colocados en el fondo del surco. Para las cantidades totales de N inorgánico captado en las resinas se observó efecto significativo entre tipos de suelo ($p < 0.05$), donde un 95% del N fue en forma de nitratos y 5% como amonio. Los valores de N potencialmente mineralizable (N_p) variaron entre 75 y 1,054 mg/kg y las tasas constantes de mineralización (k) lo hicieron entre 0.0003 y 0.0085 mg/día. A partir de éstos se determinó que el N mineralizado varió de 50 a 81 mg/kg de suelo durante 151 días de incubación en campo. Estas cantidades de N liberado sugieren que los suelos estudiados podrían suministrar entre 68 y 152 kg/ha de N disponible para las plantas con la aplicación de 150 toneladas de estiércol por hectárea, además del beneficio de aportar materia orgánica.

Palabras clave: resinas sintéticas, nitrógeno total Kjeldahl, textura de suelo, estiércol lechero, materia orgánica.

INTRODUCCIÓN

El estiércol bovino lechero, como otros abonos orgánicos utilizados en agricultura, tiene el potencial de ser una fuente de nutrientes económica y efectiva para los cultivos. La clave consiste en evitar la

utilización inapropiada de este recurso para proteger la calidad del suelo y del agua. Una aplicación correcta de estiércol requiere conocer el contenido de nutrientes, las mejores fechas y métodos de aplicación, la disponibilidad de nutrientes del estiércol para los cultivos y cómo balancear las necesidades

¹ Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Instituto de Ciencias Biomédicas, Cuerpo Académico "Sistemas de Producción Agrícola", juflores@uacj.mx, Tel. 656-688-1800 Ext. 1621, 1622.

² INIFAP. Campo Experimental La Laguna. Matamoros, Coah.

de nutrientes de los cultivos usando estiércoles, fertilizantes y otras fuentes de nutrientes (Rasnake *et al.*, 2000; Eghball *et al.*, 2002; Flores, 2007).

La producción anual de estiércol en México se estima en 61 millones de toneladas por año (INEGI, 1997), considerando únicamente el ganado estabulado y semiestabulado. Si esta cantidad se pudiera capitalizar adecuadamente, a cada hectárea de terreno agrícola le corresponderían 2 toneladas de estiércol anuales, cantidad suficiente para mantenerlo con excelente contenido de materia orgánica, fertilidad y capacidad reproductiva (Trinidad, 2007). En el norte de México se encuentran las cuencas lecheras de la región Lagunera y el norte de Chihuahua. En el Valle de Juárez y en otras áreas de la región Norte y Noroeste del estado de Chihuahua se producen alrededor de 138 mil toneladas al año, con base en 34 kg de estiércol producido diariamente (Flores, 2007) y una población de ganado bovino registrada en la región de 11,097 cabezas (SAGARPA, 2007). Este residuo orgánico es acumulado en los lugares en que se genera o es aplicado, habitualmente al tanteo, en algunos predios agrícolas (Figura 1), lo cual puede provocar degradación de la calidad de los suelos y aguas freáticas. La cantidad de nutrientes disponibles del estiércol en el suelo para las plantas, es quizás una de las preguntas más comunes y sin respuesta exacta debido a los múltiples factores físicos, químicos y biológicos que intervienen en el proceso de descomposición de materiales orgánicos. Una de las formas más precisas de determinarlo es mediante la evaluación de la descomposición del estiércol en campo directamente (Flores *et al.*, 2007).

La descomposición o mineralización de cualquier abono orgánico una vez que se incorpora al suelo, puede ser afectada por diversos factores como la humedad, la temperatura, la aeración, el tipo de material orgánico, la cantidad de abono aplicada, el tipo de suelo, el clima, la mineralogía de las arcillas, el estado de los nutrientes del suelo, la actividad de la biota edáfica y la calidad de los recursos en descomposición, entre otros, los que han



Figura 1. Estiércol bovino lechero en predios agrícolas del Valle de Juárez, Chihuahua.

sido descritos por varios autores (Trinidad, 2007; Flores, 2007; Eghball *et al.*, 2002; Ross, 1989; Jarvis *et al.*, 1996; Pratt *et al.*, 1973; Stanford y Smith, 1972).

Las condiciones ambientales óptimas para la mineralización de abonos orgánicos también han sido ampliamente estudiadas. Por ejemplo, las condiciones para una mineralización adecuada incluyen: suelo de textura intermedia (franco), 30 a 35 °C temperatura del suelo, -33 a -10 KPa de potencial de agua del suelo (80% del espacio poroso tiene agua), 15 a 20% de aeración (oxígeno), pH de 6 a 8 y diversidad de microorganismos del suelo (Stanford y Epstein, 1973; Cassman y Munns, 1980; Tate, 1995). Sin embargo, estas condiciones no siempre existen en las circunstancias productivas cuando se utilizan abonos orgánicos. Por ello, se requiere determinar la mineralización para cada condición agroclimática, lo cual permite calcular las dosis de aplicación sin afectar la productividad del suelo y la calidad del agua superficial y freática, tal como lo indicaron Honeycutt y Griffin (2005) en un programa nacional para homogeneizar las metodologías a través de las cuales se estima la mineralización de nitrógeno en suelos con estiércol.

Flores (2007), durante el análisis del uso de resinas de intercambio iónico para evaluar la mineralización de nitrógeno en suelos tratados con abonos orgánicos, concluyó que la falta de datos de mineralización de N para ciertas condiciones edafo-climáticas y de manejo, ha conducido a que las dosis agronómicas para abonos orgánicos sean calculadas con base en tasas de mineralización generalizadas. Sin embargo, la extrapolación de datos puede ocasionar la aplicación excesiva o de dosis que no satisfacen el requerimiento nutricional de los cultivos para obtener el potencial productivo. Ello hace necesaria una mayor investigación acerca de la descomposición de abonos orgánicos en suelos agrícolas en México.

Para proteger el ambiente, en EUA se regula cuándo, dónde y cuánto estiércol puede ser aplicado

al terreno. A menos que el manejo del estiércol se base en fósforo, las recomendaciones agronómicas para dosis de aplicaciones de estiércol se basan en los requerimientos de N del siguiente cultivo (Wu y Powell, 2007). Estudios recientes de campo en la parte central de Wisconsin (Cusick *et al.*, 2006), revelaron que aplicaciones simples y múltiples de estiércol de bovino lechero derivado de dietas uniformes, después de la aplicación del estiércol ha tenido impactos diferenciales en el rendimiento del cultivo y absorción de N el primer año y subsecuentes años.

Dado que el estiércol contiene grandes cantidades de compuestos orgánicos de fácil degradación, su adición casi siempre resulta en un aumento en la actividad biológica. En general, esto incrementa la disponibilidad de muchos nutrientes disponibles para las plantas, así como también la velocidad de infiltración, la conductividad hidráulica y la retención de agua, en tanto que la densidad aparente disminuye. Por esta razón, resulta evidente que la aplicación de estiércol, con el tiempo, tendrá un efecto positivo en el suelo. Sin embargo, se debe tener especial cuidado en la conductividad eléctrica ya que tiende a aumentar y, una conductividad eléctrica alta, se relaciona con un alto contenido de sales. El contenido de materia orgánica es la característica química que se ve mayormente influenciada con la aplicación de estiércol, derivado a esto aumenta el nitrógeno total, el pH, la capacidad de intercambio de cationes, y la concentración de sales (Castellanos *et al.*, 2000).

El nitrógeno (N) es el elemento presente en forma más limitada en casi todos los suelos, por lo que, se requiere su suministro continuamente mediante fertilizantes químicos o fertilizantes orgánicos (estiércol). Este elemento ha sido estudiado en forma directa e indirecta durante siglos y, todavía, es el elemento que más atención capta en química, microbiología y fertilidad de suelos (Havlin *et al.*, 1999). Los estudios de mineralización de nitrógeno son importantes para determinar las dosis apli-

Tratamientos (Dosis 150 ton/ha)		
No.Tratamientos	Sitio	Tratamiento
1	S-10	Testigo
2	S-10	Franco-Arenoso + Estiércol
3	S-9	Testigo
4	S-9	Arcilla + Estiércol
5	S-5	Testigo
6	S-5	Franco + Estiércol

Cuadro 1. *Tratamientos de estiércol bovino lechero por tipo de suelo.*

vale a 29.4 g de estiércol base seca por cilindro de incubación. El estiércol se aplicó en base húmeda, con 15.6 % de humedad. La unidad experimental fue un cilindro de aluminio de 15 cm x 5 cm. Se utilizó un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones.

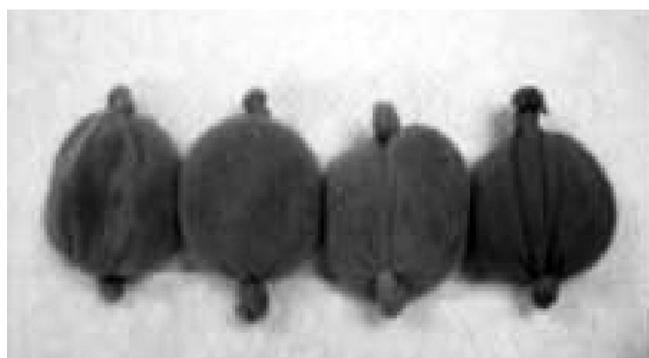
Preparación y manejo de unidades experimentales (cilindros)

El análisis de mineralización de nitrógeno en suelo con estiércol bovino se realizó mediante la técnica de resinas sintéticas de intercambio iónico. Se mezclaron resinas catiónicas y aniónicas hasta conseguir una mezcla homogénea. Se pesaron 20 g de esta mezcla y se los colocó dentro de una malla de nylon (media femenina), que fue ubicada en el fondo del cilindro y sujeta con cinta adhesiva, de tal manera que permitiera drenar el agua de riego. Una vez colocada la resina dentro del cilindro, éste se instaló en el suelo, utilizando una barrena de muestreo de suelo (Figura 4).

Cada 30 días las resinas utilizadas fueron reemplazadas por resinas nuevas después de cada riego realizado al algodón. La parte superior del cilindro quedó expuesta permitiendo el flujo libre de agua y gases. Ello favorece que los productos de mineralización se movilicen a través del perfil del suelo siendo retenidos en las resinas (Figura 4). Las resinas colectadas fueron trasladadas al laboratorio ambiental de la UACJ en hieleras para su posterior análisis. Antes de trasladar los tubos al



Mezcla de suelo y estiércol



Bolsas de nylon llenas de resinas



Preparación de cilindros (Lizette Mauricio)

Figura 3. *Preparación de la mezcla suelo y estiércol en cilindros en el laboratorio.*



Figura 4. Instalación de cilindros en suelo cultivado con algodónero.



campo, se simuló un primer riego en el laboratorio, se aplicaron a cada tubo 250 ml de agua de la llave, con el objetivo de homogenizar la humedad inicial del suelo en cada tubo antes de su instalación en campo y promover la actividad bacteriana de manera homogénea.

Análisis químico de resinas

Para la extracción del nitrógeno inorgánico atrapado en las resinas como producto de la mineralización del estiércol, se utilizó KCl 2N y un agitador de vaivén. Se colocó la resina en un matraz Erlenmeyer de 250 mL y se agregaron 50 mL de KCl 2 N. Esto se colocó en el vaivén por 30 min, Al terminar este tiempo el KCl se vertió en un embudo con papel filtro Whatman número 41. Este procedimiento se repitió 4 veces hasta obtener un volumen de 200 mL. En cada resina se analizó la concentración de N inorgánico utilizando un destilador automático por arrastre de vapor *Rapidstill*. El destilado se colectó en un vaso de precipitado con 10 mL de ácido bórico y se tituló con H_2SO_4 0.005N. El nitrógeno total Kjeldahl (NTK) del suelo se analizó mediante digestión del suelo con ácido sulfúrico utilizando el método reportado por Aguilar *et al.* (1987).

Análisis estadístico

Se realizaron análisis de varianza, prueba de comparación múltiple de promedios de la Diferencia Mínima Significativa (DMS), análisis de correlación y regresión entre las variables registradas. El paquete estadístico utilizado en este proceso fue SPSS versión 15.0.

RESULTADOS

El presente estudio se llevó a cabo en un experimento sembrado con diferentes variedades y fechas de siembra de algodónero, con un manejo agronómico tradicional para este cultivo en la región (Figura 4). Se consideró que la altura de las plantas y el desarrollo del follaje podrían afectar el contenido de humedad del suelo en los tubos, lo cual tiene influencia en la actividad microbiana del suelo y en el proceso de mineralización. Por esta razón, se incluyeron las fechas de siembra como otro factor en el análisis de varianza, pero no la interacción fechas por tratamiento si no sólo los efectos fijos de tratamiento y fechas.

Los tratamientos con estiércol mostraron mayor liberación de N-inorgánico, excepto en el suelo

franco (S-5) que presentó una mayor concentración de éste en el testigo sin estiércol. Para el segundo periodo de incubación (2-N_{inr}) finalizado a los 42 días y acumulados 82 días de incubación, el suelo S-10 sin estiércol muestra la mayor concentración de N-inorgánico, mientras que el resto de los suelos, con y sin estiércol, presentan mineralizaciones similares. En el tercer periodo de incubación (3-N_{inr}) se observaron tendencias muy diferentes a los anteriores. Este periodo fue de 16 días, es decir, 98 días acumulados de incubación y en él la concentración de N-inorgánico fue menor en los testigos de los suelos S-10 y S-5, mientras que el testigo del suelo S-9 presentó la mayor concentración de N (Cuadro 3). El análisis estadístico para el N mineralizado en el primer periodo de incubación, muestra una diferencia altamente significativa para tratamientos (p<0.01), en tanto para fechas y bloques no se detectó efecto significativo (Cuadro 4).

En este periodo de incubación, 60% del N inorgánico se presentó en forma de NO₃⁻ y 40% lo hizo en forma de NH₄⁺. El coeficiente de variación fluctuó entre 28.4% y 53.7%. Además del N-inorgánico, al final del experimento, también se evaluaron otros factores como el contenido de agua en el suelo de los tubos, el peso del suelo y el N inorgánico total acumulado considerando las resinas y lo determinado en el suelo. El Cuadro 4 muestra diferencias altamente significativas (p<0.01) entre tratamientos para las variables mencionadas.

Las variables analizadas muestran que el menor coeficiente de variación correspondió al peso del suelo, seguido por el de humedad del suelo y el de NTK del suelo, lo cual puede ser explicado por la baja fluctuación del suelo en los tubos. El promedio general fue de 10.3% para la humedad del suelo, 246 g para el peso del suelo en los tubos y 1082 mg/Kg para el NTK del suelo. En el Cuadro 5 se observa

Variable	Tratamientos					
	1 (S-10test)	2 (S-10)	3 (S-9test)	4 (S-9)	5 (S-5test)	6 (S-5)
NH ₄	0.16c	2.38a	0.26c	1.49b	0.17c	1.72ab
NO ₃	1.03bd	0.7c	4.39a	1.99b	0.84bc	0.39C
Inc-1-N _{inr}	1.19d	3.08 bc	4.65a	3.49b	1.01d	2.12cd
1-N-inorg	3.78 c	14.57b	15.72b	20.84a	3.24c	11.86b
NH ₄	0.11a	0.17a	0.09a	0.16a	0.19a	0.15a
NO ₃	6.39a	1.76b	1.69b	1.39b	1.95b	2.14b
2-N _{inr}	6.59a	1.93b	1.79b	1.55b	2.14b	2.28b
2-N-inorg	21.4a	9.14a	6.16b	9.3b	6.9b	12.8ab
NH ₄	0.10b	0.25ab	0.24ab	0.16b	0.17b	0.49a
NO ₃	1.1b	3.63ab	2.98ab	5.66a	1.69ab	2.8ab
3-N _{inr}	1.2b	3.89ab	3.22ab	5.82a	1.8ab	3.37ab
3-N-inorg	3.82b	18.73ab	10.97ab	38.24a	6.02b	19.17ab
NH ₄ ⁺	0.07a	0.19a	0.12a	0.109a	0.3a	0.05a
NO ₃ ⁻	1.16a	1.31a	0.99a	1.73a	1.39a	1.48 ^a
4-N _{inr}	1.23a	1.49a	1.12a	1.82a	1.69a	1.53a
4-N-inorg	3.98a	7.17 ^a	3.85a	11.58a	5.41a	8.16a

Medias seguidas por la misma letra para cada variable son estadísticamente iguales a un nivel de significancia de 0.05

Cuadro 3. Promedios de NH₄⁺, NO₃⁻, N-inorgánico en resinas (N_{inr}) y N-inorg (mg/kg suelo) para los cuatro periodos de incubación.

Factor de Variación	G.L.	Humedad del suelo	Peso del suelo	NTK	N-inorg mineralizado en el suelo		
					NH4	NO3	N inog
Bloque	3	0.663	0.779	0.418	0.518	0.037*	0.38*
Fecha	2	0.428	0.841	0.818	0.450	0.032*	0.049*
Tratamiento	5	0.000 **	0.000**	0.000**	0.475	0.260	0.434
C.V. (%)		11.0	7.72	20.3	51.5	80.2	59.5
Promedio		10.3%	246.3 g	1082.5 mg/Kg	7.8 mg/Kg	15.4 mg/Kg	23.2 mg/Kg

Nivel de significancia observado=Pr>F: *, **, prueba de F significativa al 0.05 y 0.01 nivel de probabilidad, respectivamente. C.V.=coeficiente de variación.

Cuadro 4. Niveles de significancia observados o valor p en el análisis de varianza para humedad del suelo, peso del suelo, N mineralizado y NTK del suelo.

que los tratamientos 4 (S-9) y 6 (S-5) evidencian el mayor porcentaje de humedad del suelo (18.83% y 20.35% respectivamente) en tanto el menor porcentaje se encontró en los tratamientos 1 (S-10 testigo), 2 (S-10) y 5(S-9 testigo) con 2.10%, 2.16% y 1.89% en forma correspondiente. Este resultado indica que los suelos con mayor porcentaje de arcilla, como el suelo franco y franco arcilloso, presentaron mayor retención de humedad mientras que el suelo franco-arenoso mostró el menor contenido de humedad. En el caso de NTK, en el Cuadro 5 se observa que la mayor concentración se evidenció en el tratamiento 6 (1958 mg/kg) y, la menor, en los tratamientos 1 y 3, siendo estadísticamente iguales.

Con relación al peso del suelo, se observa que para los tratamientos 1(S-10), 3(S-9) y 5(S-5) se obtuvo el mayor peso al final del experimento, 315 g, 292 g y 310 g respectivamente, debido a que no se les aplicó estiércol (testigos). En el Cuadro 6 se muestra efecto significativo para tratamientos en la incubación 1 y, al final, la suma de N inorgánico en resinas y en suelo, así como el efecto significativo

de fecha y bloque para el N del suelo.

En el Cuadro 7 se evidencia que los tratamientos con estiércol (2, 4 y 6) mostraron la mayor cantidad de N mineralizado con promedios de 49 mg/kg, 80 mg/kg y 52 mg/kg. La tendencia observada en el N mineralizado resulta interesante debido a su relación con el porcentaje de arcilla en los suelos. Por ejemplo, el tratamiento 4 (S-9) presentó 12.4% de arcilla, el tratamiento 6 (S-5) mostró 10% de arcilla y el tratamiento 2 (S-10), un 14 % de arcilla. Los tratamientos 1, 3 y 5 estadísticamente contienen la misma concentración de nitrógeno inorgánico, ya que fueron los testigos sin estiércol. En el Cuadro 7 se muestran los parámetros del modelo de mineralización: $N_{min} = N_0 (1 - \exp(-k \cdot t))$. El N acumulado en las resinas a los 151 días de incubación fue de 16.2 mg/kg, 42.7 mg/kg y 30.8 mg/kg suelo para la diferencia entre el testigo y cada uno de los tratamientos de estiércol, respectivamente. Al final del estudio, la suma del N detectado en las resinas y el N inorgánico residual del suelo mostró una diferencia entre el testigo y cada tratamien-

Variable	1 (S-10test)	2 (S-10)	3 (S-9test)	4 (S-9)	5 (S-5test)	6 (S-5)
% Humedad del suelo	2.10c	6.24b	2.16c	20.35a	1.89c	18.83a
Peso del suelo al final	315.8a	211.5b	292.9a	168c	310.7a	178.7c
NH4+ suelo (mg/kg)	8.82 a	4.83 a	9.05 a	8.43 a	5.75 a	10.19 a
NO3- suelo (mg/kg)	4.21b	21.46ab	4.83b	26.2a	7.13b	28.78a
N-inorg suelo (mg/kg)	13.03c	26.29abc	13.87bc	34.65ab	12.88c	38.78a
NTK (mg/kg)	251 d	1294.2bc	487.1 d	1504.0b	1000c	1958.7a

Medias seguidas por la misma letra son estadísticamente iguales a un nivel de significancia de 0.05.

Cuadro 5. Promedios de porcentaje de humedad en suelo, peso del suelo al final del experimento para cada tratamiento.

Factor de variación	G.L.	Inc. 1	Inc. 2	Inc. 3	Inc. 4	N suelo	Suma resinas + suelo
Fecha	2	0.308	0.388	0.831	0.838	0.049*	0.155
Bloque	3	0.283	0.258	0.595	0.754	0.038*	0.436
Trat.	4	0.000**	0.053	0.058	0.111	0.434	0.019*
C.V. %		28.4	36.1	49.7	53.1	59.5	34.6
Promedio		11.7	22.6	38.7	45.5	23.2	68.8

Nivel de significancia observado=Pr>F: *, **, prueba de F significativa al 0.05 y 0.01 nivel de probabilidad, respectivamente. C.V=coeficiente de variación.

Cuadro 6. Niveles de significancia observado o valor p en el análisis de varianza para los datos de N mineralizado en resinas (mg/kg suelo) acumu-

to de 30.1 mgN/kg, 67.5 mgN/kg, y 56.7 mg N/kg suelo/ 151 días de incubación respectivamente. Estas concentraciones de N inorgánico provinieron de la descomposición del estiércol, representando 68 kg N/ha, 152 kg N/ha y 128 kg N/ha (ejemplo: $2.25 \times 30.1 = 67.7$; para el factor 2.25 se asume densidad aparente de 1.5 g/cm³ y 15 cm profundidad del suelo). A partir de los datos acumulados a los 151 días de incubación para cada tratamiento, se realizaron los análisis de regresión no lineal y el ajuste del modelo exponencial indicado en la metodología del presente estudio, a partir de los cuales se generaron los parámetros de N potencialmente mineralizable (No) y la tasa constante de mineralización (k) (Cuadro 7).

Los valores de (No) variaron de 51 mg/kg a 1054 mg/kg suelo y las tasas constantes (k) estuvieron entre 0.0003 mg/día y 0.0085 mg/día (Cua-

dro 7). Al incluirse estos parámetros en el modelo, generaron los valores estimados o predichos para el N mineralizado, los cuales fueron 30.1 mg N/kg, 67.5 mg N/kg, y 56.7 mg N/kg suelo/151 días de incubación respectivamente para los tratamientos de estiércol bovino. En la Figura 5 se muestran los valores observados y los predichos con el modelo, lo cual confirma el buen ajuste del modelo exponencial utilizado ($r = 0.99$). El N mineralizado del estiércol puede ser pronosticado con base en los modelos generados para cada dosis de estiércol en suelos similares (serie Juárez) en el Valle de Juárez, Chihuahua.

En el Cuadro 8 se pueden ver los resultados del porcentaje de N orgánico mineralizado durante el presente estudio. Los cálculos se basaron en la concentración de NTK del estiércol, el peso del suelo por tubo incubado, NTK del suelo testi-

Días acumulados	Tratamientos					
	1 (S-10test)	2 (S-10)	3 (S-9test)	4 (S-9)	5 (S-5test)	6 (S-5)
40	3.78	14.6	14.9	20.8	3.2	11.9
82	25.0	23.7	25.9	30.2	10.2	24.6
98	28.9	42.4	19.1	68.4	16.2	43.8
151	32.8	49.0	37.2	79.9	21.6	52.4
Suelo al final	13.03	26.9	13.87	37.6	12.88	38.78
Suma	45.83	75.9	50.07	117.5	34.48	91.18
No	75.82	175.56	51.25	1054.3	577.48	727.01
K	0.003972	0.002268	0.008573	0.000531	0.0003044	0.00051
Predichos	35.1	50.9	37.2	81.2	21.4	54.1

Coeficiente de determinación (R² =0.999) No = Nitrógeno potencialmente mineralizable (mg/Kg) k = Tasa constante de mineralización (mg/día)

Cuadro 7. Nitrógeno mineralizado acumulado (mg/kg) y parámetros del modelo exponencial para predicción del N mineralizado.

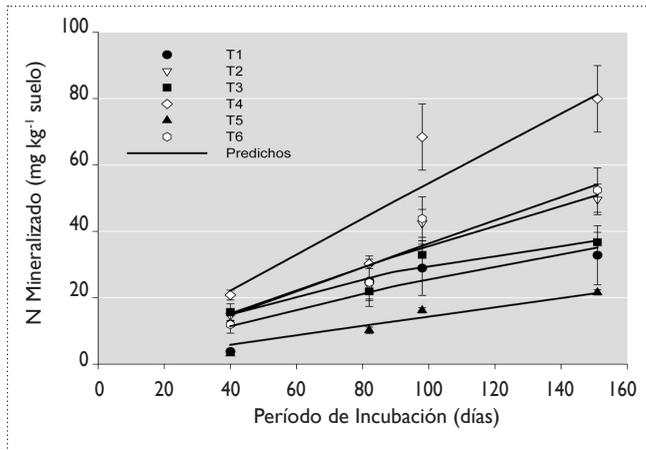


Figura 5. Nitrógeno mineralizado acumulado (NH_4^+ y NO_3^-) en suelos tratados con estiércol bovino en el Valle de Juárez, 2007.

go sin estiércol y de cada uno de los tratamientos evaluados. Este método se conoce como “Método de la Diferencia en NTK”, porque se basa en restar las concentraciones de NTK entre el testigo y el suelo tratado. En este estudio se determinó que los porcentajes de mineralización fueron de 53%, 63% y 64% para los diferentes tratamientos respectivamente. El Cuadro 8 indica que el NTK residual osciló entre 35% y 46% después de 151 días de incubación en campo. En términos prácticos es importante expresar los resultados obtenidos para que sean de utilidad a productores y técnicos que tienen relación con el uso y manejo de este importante fertilizante orgánico y mejorador de suelo, no sólo en el Valle de Juárez, Chihuahua sino también en otras regiones agro-climáticas similares. De esta manera, los productores pueden aplicar dosis de estiércol que maximicen la producción sin afectar las características físicas y químicas de los suelos.

DISCUSIÓN

Tres suelos del Rancho Universitario fueron evaluados en el experimento de mineralización o descomposición de N orgánico de estiércol bovino lechero. De acuerdo con los resultados del experimento, las concentraciones de nitrógeno en forma de amonio (N-NH_4^+) y nitratos (N-NO_3^-) variaron significativamente entre tratamientos con estiércol a través de los cuatro periodos de incubación en campo. Se detectó que el 95% del N inorgánico se presentó en forma de nitratos y 5% lo hizo en forma de amonio. Este resultado y los altos coeficientes de variación observados han sido reportados por otros autores en estudios de mineralización debido al dinamismo de estas formas inorgánicas del N (Flores, 2001; Flores *et al.*, 2007; Sotomayor, 2008).

Con relación al contenido de humedad del suelo o retención de agua por efecto de la aplicación de estiércol, se vio que al final del experimento los suelos con estiércol mostraron mayor retención de agua, lo cual es beneficioso para los procesos de mineralización y disponibilidad de nutrientes y agua para las plantas (Brady y Wiel, 1996; Havlin *et al.*, 1999; Salazar *et al.*, 2003). Otro aspecto ampliamente estudiado y demostrado en este estudio, es el efecto positivo que tienen las aplicaciones de estiércol u otros abonos orgánicos en el aumento de materia orgánica, lo que se expresa en las concentraciones de NTK del suelo al final del experimento. En este caso, lo importante fue cuantificar el aumento de NTK por tonelada de estiércol al final de un ciclo de cultivo.

Variable	Tratamiento					
	1 (S-10test)	2 (S-10)	3 (S-9test)	4 (S-9)	5 (S-5test)	6 (S-5)
NTK aplicado (mg/kg estiércol)	-	479.22	-	479.22	-	479.22
NTK (mg/kg suelo)	251.4	1294.2	487.1	1504.0	1000	1958.7
NTK residual (mg/Kg suelo)	-	1223.0	-	1835.6	-	1723.0
NTK residual %	-	46.1	-	36.7	-	35.8
NTK % mineralizado	-	53.9	-	63.3	-	64.2

Cuadro 8. NTK mineralizado en 151 días de incubación en campo en base a diferencias de NTK en suelo.

El N mineralizado aumentó de 34 mg/kg a 50 mg/kg en los suelos sin estiércol (testigos). Es decir, ésta fue la capacidad de los suelos para suministrar N en forma natural con base en la materia orgánica nativa que se mineralizó en 151 días de incubación. mientras que en los tratamientos con 150 t/ha estiércol base seca, el incremento observado fue de 75 mg/kg a 117 mg/kg de N inorgánico. Las tasas de mineralización (k) y el N potencialmente mineralizable (No), dieron como resultado que las cantidades de N mineralizado en 151 días oscilaran entre 50 mg/kg y 81 mg/kg, es decir, de 68 kgN/ha a 152 kgN/ha respectivamente. Finalmente, se estimó que la cantidad de N mineralizado con el método de la diferencia varió entre 53% y 64%, lo cual coincide con autores que han resumido los reportes de investigaciones al respecto (Flores, 2007) y con experimentos de mineralización de estiércol realizados recientemente en el Valle de Juárez (Sotomayor, 2008).

CONCLUSIONES

El experimento de mineralización de N orgánico del estiércol bovino permitió determinar los porcentajes de N mineralizado y los parámetros del modelo exponencial para predecir la mineralización de N. El 95% del N detectado se presentó en forma de nitratos y 5% lo hizo como amonio. Los valores de N potencialmente mineralizable (No) variaron entre 75 mg/kg y 1,054 mg/kg y las tasas constantes de mineralización (k) lo hicieron entre 0.0003 mg/día y 0.0085 mg/día, generando valores de N mineralizado predichos de entre mg/kg 50 y 81 mg/kg durante 151 días de incubación en campo. Estos valores de N mineralizado sugieren que los suelos estudiados podrían suministrar entre 68 kg N/ha y 152 kg N/ha con la aplicación de 150 toneladas de estiércol por hectárea, además del beneficio de aportar materia orgánica al suelo con el consecuente aumento de fertilidad y retención de agua de éste.

LITERATURA CITADA

- Aguilar, A. A., J.D. Etchevers B. y J. Castellanos (1987), *Análisis químico para evaluar la fertilidad del suelo*. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo. 217p.
- Alvarado, H. M. A. (2008), *Cambios en las características físicas y químicas de los suelos agrícolas del Valle de Juárez de Chihuahua en las últimas tres décadas*. Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. 74 p.
- Binkley, D. y P. Matson (1983), *Ion Exchange resin bag method for assessing forest soil nitrogen availability*. Soil Sci. Soc. Am. J. 47:1050-1052.
- Brady, N.C. y R.R. Weil (1996) *The nature and properties of soils*, Prentice Hall, 11 ed., Apper Saddle river, NJ. 740p.
- Castellanos, J.Z., J. Uvalle, A. Aguilar S. (2000) *Manual de interpretación de análisis de suelos y aguas*. 2da Ed. Instituto de Capacitación para la productividad Agrícola, México DF, 226p.
- Cassman, K.G. y D.N. Munns (1980) *Nitrogen mineralization as affected by soil moisture, temperature, and depth*. Soil Sci. Soc. Am. J. 44:1233-1237.
- Cusick, P.R., K.A. Kelling, J.M. Powell y G.R. Muñoz (2006) *Estimate of residual dairy manure nitrogen availability using various techniques*. J. Environ. Qual. 35:2170-2177.
- Distefano J.F. y Gholz, H.L. (1986) *A proposed use of ion exchange resins to measure nitrogen mineralization and nitrification in intact soil cores*. Commun Soil Sci. Plant Anal. 17. 989-998.
- Eghball, B., B.J. Wienhold, J.E. Guillery y R.A. Eigenberg (2002) *Mineralization of manure nutrients*. J. of Soil and Water Conservation, 57(6):470-473.
- Flores J.P. (2001), *Nitrogen mineralization in agricultural soils treated with dairy manure under two soil water potentials*. Dissertation Doctor of Philosophy, New Mexico State University. Las Cruces. MM, 130p.

- Flores, M.J.P. (2007) *Resinas de intercambio iónico para evaluar la mineralización de nitrógeno en suelos tratados con abonos orgánicos*. In: Salazar et al. (eds.): *Uso y aprovechamiento de abonos orgánicos e inocuidad*. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo (SMCS), CONACYT. Gómez Palacio, Durango. p.386-412.
- Flores, M.J.P., B. Corral D. y G. Sapien M. (2007) *Mineralización de nitrógeno de biosólidos estabilizados con cal en suelos agrícolas*. *Terra Latinoamericana*: 25(4):409-417.
- Flores, M.J.P., V. Sotomayor V. y B. Corral D. (2008), *Nitrógeno mineralizable de estiércol bovino lechero en suelo cultivado con algodón*. *Ciencia en la Frontera: revista de ciencia y tecnología de la UACJ*. 6:119-131. ISSN 2007-042X.
- Jarvis, S.C., E.A. Stockdale, M.A. Shepherd y D.S. Powlson (1996), *Nitrogen mineralization in temperate agricultural soils: processes and measurement*. In D.L. Sparks (ed.) *Advances in Agronomy*. Vol 57. Academic Press, Inc. New York, NY, p.188- 235.
- Havlin, J.L., J.D. Beaton, S.L. Tisdale y W.L. Nelson (1999), *Soil fertility and fertilizers: an introduction to nutrient management*, 6 th. Ed., Prentice may Inc. Upper saddle River, N.J. 499 p.
- Honeycutt, C.W. y T.S. Griffin (2005), *Protocols for nationally coordinated laboratory and field research on manure nitrogen mineralization*. *Communications in Soil Science and Plant analysis*, 36:2807-2822.
- INEGI (1997). *Estadísticas Nacionales*, SEMARNAT.
- Mauricio, R.L. (2008), *Caracterización físico-química de los suelos y mineralización de nitrógeno de estiércol bovino en el rancho universitario*, UACJ. Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. 59 p.
- Martín J., Miralles de Imperial R., Beltrán M.E., Porcel M.A., Beringola M.L., Calvo R y Delgado M.M. (2006), *Mineralización de nitrógeno en lodo contenido de depuradora secado térmicamente*. *Int. Contam. Ambient.* 22 (3). 125-133.
- NOM-021-SEMARNAT-2000. Norma oficial mexicana que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos, estudio, muestreo y análisis. 31 diciembre 2002.
- Pratt, P.F., F.E. Broadbent y J.P. Martin (1973), *Using organic wastes as nitrogen fertilizers*. *Calif. Agric.* 27:10-13.
- Rasnake, M., B. Thom y F. Sikora (2000), *Using animal manures as nutrient sources*. Cooperative Extension Services, College of Agriculture, University of Kentucky. AGR-146. 4p. <http://www.ca.uky.edu>.
- Ross, S. (1989) *Soil processes: a systematic approach*. Chapman and Hall, Inc. New York, NY. P. 39-74.
- SAGARPA, SIAP (2007), *Resumen Nacional de población ganadera y superficie sembrada en México en 2005*. www.siap.gob.mx.
- Salazar S.E., López J.D., Suñiga R., Vázquez C., Rortis M., y Vital J. (2003) *Uso y aprovechamiento del Estiércol como alternativa nutricional en invernadero*. Universidad Juárez del Estado de Durango. 1-12p.
- Stanford, G. y S.J. Smith (1972) *Nitrogen mineralization potentials of soils*. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 36:465-472.
- Stanford, G. y E. Epstein (1973), *Nitrogen mineralization-water relations in soils*. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 38:103-107.

- Sotomayor, V.V. (2007) *Mineralización de nitrógeno en suelos con estiércol bovino cultivado con algodónero*. Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. 59 p.
- Tate, R.L. (1995) *Soil Microbiology*. John Wiley & Sons. New York, NY.
- Trinidad, A. (2007) *Utilización de estiércoles*, SAGARPA, Secretaría de Desarrollo Rural. Dirección general de apoyo para el desarrollo rural. Montecillo, Estado de México. 1-8 p.
- Wu, P. y J.M. Powell (2007), *Dairy manure type, application rate and frequency impact plant and soils*. Soil Sci. Soc. Am. J. 71(4):1306-1313.

■ ARTÍCULO ORIGINAL

Microbial Pathogens in Tap Water at Rural Communities of North Mexico

Juan P. Flores-Margez^a, Alberto Ramírez López^b, Baltazar Corral Díaz^a, Evangelina Olivas E.^a,
Aracely Salazar Monrreal^c, Roberto Hurtado Jiménez^d, Gilberto M. Lizárraga Bustamante^d, George D. Di Giovanni^e

ABSTRACT

Human health has been severely impacted by gastrointestinal diseases caused by the presence of pathogenic microorganisms in tap water and the lack of appropriate hygiene habits among the rural population of the Juarez Valley, Chihuahua, Mexico. The lack of household water management and wastewater treatment infrastructure has resulted in the majority of the children's population and a portion of the adult population showing a high incidence of some parasites such as *Giardia* and *Cryptosporidium*, among others. This Project included the development of an epidemiological study to determine the factors associated to gastrointestinal diseases in representative communities, obtain the epidemiological and socioeconomic profile of said communities, identify the prevalence of gastrointestinal diseases and other related to environmental conditions, determine the microbiological quality of household and wastewater, the presence of pathogenic microorganisms in the soil adjacent to irrigation canals, estimate the prevalence of bacteria and parasites in human feces, and estimate the health impact resulting from the potential correlation between the aforesaid factors. The development of this project has led to the creation of an interdisciplinary and inter-agency work team coordinated by the Border Environment Cooperation Commission (BECC), a bi-national organization responsible for supporting environmental infrastructure projects in U.S.-Mexico border communities.

INTRODUCTION

Suburban and rural areas in developing countries such as Mexico have in common a lack of wastewater treatment infrastructure and low quality house-

hold water. This condition has resulted in a high incidence of gastrointestinal diseases in suburban areas of Ciudad Juarez, Chihuahua and rural communities located in the Juarez Valley, Chihuahua (Cruz, 2005). This public health issue is even more

^a Universidad Autónoma de Ciudad Juárez (UACJ),

^b Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza (COCEF),

^c Comisión Estatal para Protección contra Riesgos Sanitarios (COESPRIS),

^d Colegio de la Frontera Norte (COLEF),

^e Texas Agrilife Research&Extension Center at El Paso, Texas A&M University

relevant in the Juarez Valley, also all agricultural and cattle-raising activities developed in it involve the use of wastewater from Ciudad Juarez, which is treated by an advanced primary system, in other words, only solids are removed from the wastewater and chlorination is ineffective (Di Giovanni *et al.*, 2006; Flores *et al.*, 2004).

Ciudad Juarez is the fifth largest city in the Republic of Mexico, with nearly 1.5 million residents. The city has had significant industrial and population growth, particularly related to the “maquiladora” industry. The city generates 4.5 m³/s of wastewater, of which 3 m³/s are treated at two advanced primary treatment facilities, the remaining wastewater is discharged without treatment. This untreated water mixes in with treated water and water from the Rio Grande river and existing wells, and is ultimately discharged to agricultural drains and canals to be used in the Juarez Valley for farming activities (Flores, 2006; Garcia and Flores, 2008).

A potential issue that has not been quantified in the Juarez Valley is the risk of groundwater contamination resulting from the inadequate disposal of untreated wastewater discharged by local communities and suburban areas in Ciudad Juarez. There is still a large number of household using septic tanks in the area. In addition, Juarez Valley communities do not have wastewater treatment systems, and wastewater is discharged into irrigation canals to irrigate agricultural fields adjacent to these communities (BECC, 2005).

Although studies have been conducted regarding health issues associated to the use of raw or partially treated wastewater in agriculture and its impacts on health in various areas of Mexico (Cifuentes *et al.*, 1993 and 1994). This situation has not been properly studied in the Juarez Valley region. Garza and Villareal (2002) proposed a study to identify indicators of wastewater use impacts in the Juarez, but failed to develop an experimental protocol for said purpose, with the exception of a survey applied in the Loma Blanca community.

The use of wastewater for agricultural irriga-

tion is also a risk factor to develop infections, and the contact of infected individuals with swimming pool waters is also a source for the dissemination of parasite cysts (Juárez *et al.*, 2003). A recent study by the Universidad Autónoma de Ciudad Juarez showed that *Cryptosporidium parvum* and *Giardia lamblia* are present in the form of (oo)cysts in waters withdrawn from wells that are part of the Ciudad Juarez water supply system, most likely because the water treatment process (chlorination) is not sufficient to eliminate (oo)cysts from well water (Gonzalez, 2005).

A study regarding access to water was conducted in the San Agustin, Juarez Valley. The study stated that most of the households receive drinking water from wells located within 300 to 1,000 meters from the wastewater canal. Also, it reports that 54% of these households do not provide any treatment to drinking water and these high risk conditions are consistent with the high percentage of parasites found (Miranda, 2002).

In other studies about *Cryptosporidium parvum* detection in unchlorinated water samples, 10 water wells in Ciudad Juarez were randomly selected and sampled to identify parasite oocysts using immunofluorescence techniques. The organism was found in 4 of the surveyed wells. The results showed the presence of *Cryptosporidium* oocysts in 40% of the 10 surveyed water wells, a condition that is indicative of fecal contamination and a potential risk for contracting parasitosis (Bogar, 2003; De Haro, 2003).

Based on the above research background, it may be inferred that the causal factors for gastrointestinal diseases in the Juarez Valley, Chihuahua, have yet to be determined, as well as the relationship between causal factors and issues such as personal health, the use of raw and/or treated wastewater for agricultural irrigation, a deficient drinking water quality control, and potential water source contamination resulting from the infiltration of microorganism. The objectives of this study consisted

of develop an epidemiological study to determine factors associated to gastrointestinal diseases in selected communities, and determine the microbiological quality of wastewater and household water in Juarez Valley communities.

MATERIALS AND METHODS

The Juarez Valley is located towards the north of the State of Chihuahua, Mexico, and includes the municipalities of Juarez, Guadalupe, and Praxedis G. Guerrero, with a total population of 24,081 (INEGI, 2005) in the 22 existing communities, although the dynamics of the urban area and the migration to the United States account for a large proportion of “floating population” that shifts between the urban and rural areas of both countries (Figure 1). Geographic location is between North $31^{\circ} 37'$ and $31^{\circ} 07'$, South $31^{\circ} 07'$ North latitude, East $106^{\circ} 11'$, and West $106^{\circ} 57'$ West longitude, at 1,120 m on sea level (Google.earth.com). The project was divided into the following main phases: a) epidemiological study, b) site selection and water, soil, and fecal sampling, c) microbiological analysis of water, and human feces, and d) statistical analysis of the survey and microbiological analysis data.

An epidemiological survey was carried out in 21 communities of the Juarez Valley, and a total of 258 questionnaires were applied. Survey objectives were to determine the prevalence of gastrointestinal diseases in the communities included, to obtain information about risk factors in the communities, to establish the bases to describe risk factors based on prevalence in the target communities, and to identify households that qualify for conducting water sampling and microbiological analysis, as well as measuring nutritional status. Method used for sampling included cases and controls. The survey required one weekend to be administered in each community, that is, surveys were implemented during Saturdays and Sundays to be able to find people who can respond to the questionnaire and provide consent to collect samples as needed. The proposed

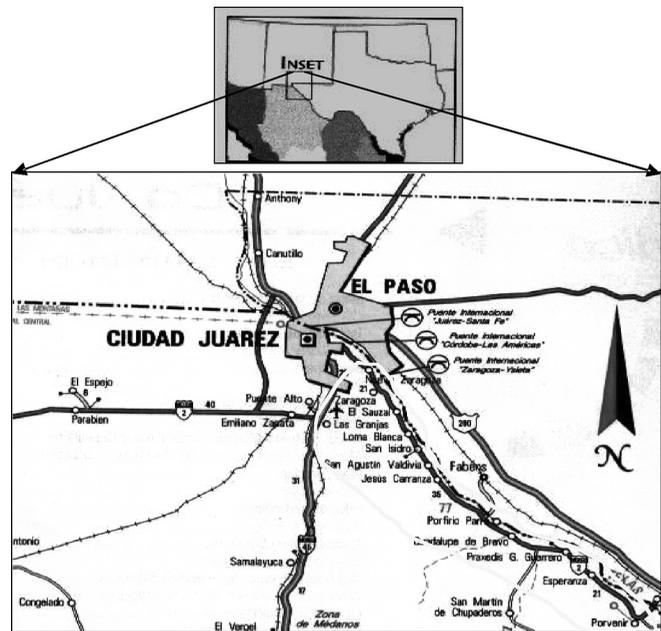


Figure 1. Location of the Juarez Valley, Chihuahua, Mexico.

hours were from 9:30 to 13:30 hours, taking into consideration that the project seeks to avoid prolonged sun exposure in days during which the temperature may reach 40°C . After the survey was designed, reviewed, and approved, it was tested prior to its administration. To administer the pilot test, a specific sample size was determined, a random selection of blocks was made, and blocks were checked off, so as not to repeat them in the actual administration of the survey.

Microbiological analysis of water consisted of collecting 10 L of water in a previously disinfected plastic container, it was labeled with information about the sampling site, sample type, date, name of the individual taking the sample, and temperature at sampling time. The sample was placed in an ice cooler to be transported to the microbiology lab and will be kept in a cold storage room at 4°C prior to its analysis to prevent the growth of the microbial populations under analysis. Parasites and bacteria to be determined were: *Cryptosporidium parvum*, *Giardia lamblia*, and total coliforms. The technique was based on a concentration of 10 L of water by ultrafiltration and the immunomagnetic



Figure 2. Epidemiological survey applied to habitants at Juarez Valley, Chihuahua, Mexico.

separation of *Giardia* cysts and *Cryptosporidium* oocysts, with subsequent immunofluorescent staining to identify parasites under a fluorescence microscope, based on U.S. EPA Method 1623. The technique for the determination of total coliforms in water was based on U.S. EPA Method 1604 and Mexican Standard NOM-127-SSA1-1994.

Fecal samples were collected with the help of parents, who will be previously called to a meeting to explain the study, distribute a questionnaire to be filled out with the individual data, and an instruction booklet with directions to obtain specimens. Parents were provided with three tongue depressors and three pre-labeled containers with 20 ml of 10% formaldehyde, to place and keep fecal samples until their time for submission at a subsequent appointment (Pietrzak-Johnston et al., 2000; DPDx Selection of laboratory regimens for confirmation of intestinal parasites http://www.dpd.cdc.gov/DPDX/CEUs/Lab_tech_ceu.asp. The samples were kept in ice for transportation to the laboratory, where they kept in a cold storage room at 4 °C until their analysis to prevent alterations to the microbial populations. The information obtained from the epidemiological survey was analyzed using non-parametric statistical techniques. The SPSS version 15.0 statistical software was used for all analyses.

RESULT AND DISCUSSION

Survey applied in this project included information on household and personal hygiene, water and food-related household activities, diseases with emphasis on gastrointestinal problems at the Juarez Valley, Chihuahua, Mexico (Figure 2). According to preliminary results of the survey, 85% of the houses gave permit to apply the questionnaire, from 258 houses selected at random only 50 were finally chosen for water and human feces sampling. Regarding the presence of diarrhea, 12% children under 14 years old showed positive, and 8.4% for individuals older than 15 years old (Hurtado and Lizarraga, 2008). Also, the questionnaire showed that 90% of the houses is receiving water from the tap system, 72% use that water for food preparation, 45% of the people drink water directly from the tap system, but 55% use several type of containers to store drinking water. In general, 57% of the people think that water received by the general tap system is from regular to bad. Additional parameters of the survey are not included in this paper because the project is in progress.

Analysis of *Cryptosporidium* and *Giardia* in tap water showed that in some locations a few samples have been positive for these parasites, but these results are preliminary and more testing is required. It is important to indicate that Mexican regulations as NOM-127-SSA1 (SSA, 1994) does not include at this date *Cryptosporidium* and *Giardia* as health risk in tap water. Microbiological analyses of human feces, household water, wastewater, and soil from agricultural drains and canals will help estimate the amount of *Cryptosporidium* and *Giardia* oocysts, and total coliforms. This information will be correlated with the epidemiological study to identify the causal agents for microorganisms and diarrheal diseases in the region. The results will contribute to the process of identifying and collecting data to develop environmental indicators to help assess more effectively the impact of actions and policies adopted by the three governmental

levels, the Border Environment Cooperation Commission (BECC) and the North American Development Bank (NADB). This project is in process, and represents a great opportunity to improve the health of communities in the Juarez Valley, its outcomes will help generate and redirect health studies in the Paso del Norte region, and establish methodologies that might be applicable to other border regions with similar conditions, and will contribute to the realization of Border 2012 objectives.

This project will be immediately made available to government agencies and the public from the communities included in this study. From the onset of the project, meetings will be held to request the participation of all stakeholders. The results of this study may be used by institutions such as the Center for Border Health Research (CBHR), Pan American Health Organization (PAHO), and the Mexican Secretary of Health, among other agencies involved in the water and wastewater project for the Juarez Valley, which will finally result in an enhanced quality of life for its residents and neighbors.

REFERENCES

- BECC, Border Environment Cooperation Commission, 2005. Diagnostic for the Juarez Valley, Chihuahua, Mexico. <http://www.cocef.org>.
- Bogar, B.G. 2003. Identification of *Cryptosporidium* in water of 10 wells for supply located at the center of Ciudad Juarez. Thesis of Bachelor, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Mexico.
- Cifuentes, E., Blumenthal U, Ruiz-Palacios G, Bennett S, Peasey A. 1994. Escenario epidemiológico del uso agrícola del agua residual: El Valle del Mezquital, México. *Salud Publica de Mexico*: 36:3-9.
- Cifuentes, E., Blumenthal U, Ruiz-Palacios G, Bennett S, Quigley M, Peasey A. 1993. Problemas de salud asociados al riego agrícola con agua residual en México. *Salud Publica de Mexico*: 5:614-619.
- Cruz, D. L. 2005. Prevalence of *Cryptosporidium* in tap water of two school populations in Ciudad Juárez. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Instituto de Ciencias Biomédicas. Thesis of Bachelor, 73 p.
- Di Giovanni, G.D., W.Q. Betancourt, J. Hernandez, N.W. Assadian, J.P. Flores M., and E. Jaramillo L. 2006. Investigation of potential zoonotic transmission of cryptosporidiosis and giardiasis through agricultural use of reclaimed wastewater. *International Journal of Environmental Health Research*, 16(6): 405-418.
- De Haro, L. 2003. Identification of *Cryptosporidium* in water from 10 wells for supply located at suburban areas of Ciudad Juarez. Thesis of Bachelor, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Mexico.
- Flores, M.J.P., N.W. Assadian, G. Di Giovanni, and E. Jaramillo L. 2004. Predicting Risk Factors Affecting the Human Food Chain and Human Health from Contaminants in Wastewater at the Juárez Valley. Center for Border Health Research, Paso del Norte Health Foundation, El Paso, TX., Project Final Report, 99 p.
- Flores, M.J.P. 2006. Aguas residuales utilizadas en la producción agropecuaria en el Valle de Juárez, Chihuahua. In: Jorge A. Salas P. M., editor: *nuevos estudios sobre agua y medio ambiente en Ciudad Juárez*, Volumen III, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Mexico. p. 55-69.
- Garcia, M.E.D., and J.P. Flores M. 2008. Calidad del agua residual y freática en el Valle de Juárez, Chihuahua. In: Jorge A. Salas P. M., editor, *Nuevos Estudios sobre Agua y Medio Ambiente en Ciudad Juárez*, Volumen IV, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Mexico. p. 127-155.
- Garza, A.V., and Villarreal R.L. 2002. Indicadores para evaluar impactos de las aguas residuales. In: Ibáñez Hernández OF, Compilador. *Nuevos estudios sobre agua y medio ambiente en Juárez*. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Mexico. p.19-30.

- Gonzalez, N. E. 2005. Detection of *Cryptosporidium parvum* y *Giardia lamblia* in wells of potable water in Ciudad Juárez, Mexico. Thesis of Bachelor in Biology, UACJ.
- Hurtado, J.R., and G. Lizarraga B. 2008. Informe preliminar de la encuesta epidemiológica, estudio de enfermedades gastrointestinales y factores causales en el Valle de Juárez, Chihuahua, Mexico. COCEF, COLEF, UACJ, COESPRIS.
- Juárez, L.A., Silva J., Uribe F.J., Cifuentes E. 2003. Indicadores microbiológicos de la calidad del agua de los canales de Xochimilco de la Ciudad de México. *Salud Publica de Mexico*. 45:389-395.
- Miranda, M. 2002. Sanitation basic profile of the rural community of San Agustín, Juárez Valley. Thesis for Master of Science in Environmental Engineering and Ecosystems. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Mexico.
- SSA, Secretaria de Salud. 1994. Norma Oficial Mexicana-127-SSA1-1994. "Salud ambiental, agua para uso y consumo humano-limites permisibles de calidad y tratamientos a la que debe someterse el agua para su potabilización". México, D.F. La Secretaria. 1994. Read on January 18, 2008. <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/127ssa14.html>.

■ ARTÍCULO ORIGINAL

Búsqueda de proteínas con posibles aplicaciones biotecnológicas, presentes en el fruto de *Solanum elaeagnifolium*

Vargas-Requena, C.L.¹; Jiménez-Vega, F.¹; Vargas-Albores, F.²

14 de Agosto 2009

RESUMEN

A través de la caracterización molecular de genes y proteínas, la biotecnología se puede utilizar como una excelente herramienta para proveer la identificación más rápida y exacta tanto de las proteínas como de sus mecanismos de acción y usos potenciales. En el presente trabajo se realizó un primer acercamiento al estudio de genes del fruto del *Solanum elaeagnifolium* (Trompillo, Silverleaf nightshade, Bull nettle) y de su secuencia codificante para proteínas con potencial uso y explotación biotecnológica como agentes antimicrobianos. En sus diferentes estadios de maduración, el fruto se utilizó para generar un banco de genes, del cual se secuenciaron 400 clonas, obteniéndose 64 secuencias con similitud a proteínas codificantes y 164 secuencias como ESTs; éstas ya se encuentran reportadas en el Centro Internacional para Información Biotecnológica (NCBI).

Palabras claves: *Solanum elaeagnifolium*, trompillo, banco de genes

INTRODUCCIÓN

La demanda de proteínas con alto potencial biotecnológico por parte de las diferentes industrias, está en constante ascenso; lo que ha motivado el que se recurra al estudio de diversos organismos, con el fin de aprovechar lo que la naturaleza nos proporciona. Éste, es el caso del *Solanum elaeagnifolium*; (Boyd y Murray, 1982) esta planta crece

en regiones semiáridas y es considerada un problema en áreas donde la vegetación ha sido removida; como caminos, construcciones y campos de cultivos. Es nativa de América y en nuestro estado se identifica como una planta silvestre de gran abundancia y sin aprovechamiento. Más aún, es considerada como una maleza y un gran problema para los cultivos de trigo, alfalfa y algodón, debido a que es excelente hospedero de insectos (Goeden,

¹ Laboratorio de Biotecnología, Departamento de Ciencias Básicas del Instituto de Ciencias Biomédicas de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.

² Laboratorio de Biotecnología Marina del Centro de investigación en Alimentación y Desarrollo A. C.

1971). Es difícil de controlar su crecimiento con herbicidas porque su sistema de raíz es extendido y se une al crecimiento adyacente de superficie (Richardson, 1979), además de mostrar gran resistencia al uso de químicos. Los frutos, al ser las estructuras responsables de la protección de las semillas durante su desarrollo y su posterior dispersión en la madurez, suelen presentar una elevada proporción de compuestos activos que previenen el consumo temprano de las semillas inmaduras, así como daños diversos. Sus características de gran resistencia a las infecciones e infestaciones, hacen a esta planta y, en especial a las proteínas que se sintetizan en su fruto, el objeto de estudio perfecto para evaluarla y caracterizar sus moléculas con actividad antimicrobiana y de defensa.

METODOLOGÍA

Obtención de la muestra

La colecta de la planta *Solanum elaeagnifolium* se llevó a cabo en las inmediaciones de Cd. Juárez y Cd. Delicias, Chihuahua. Las frutillas se colectaron frescas y se clasificaron en base a sus diversos estadios de maduración, siendo identificadas según su coloración. Se conservaron a -80°C hasta su utilización.

Construcción del banco de genes

A partir de frutos en diferente estado de maduración, se aisló RNA total empleando el Kit RNA isolation Ambion^{MR}. El RNA fue tratado con DNaseI. El RNAm fue aislado usando oligo dt celulosa. Para evaluar la calidad del material, se realizó un análisis electroforético en condiciones desnaturizantes.

La librería fue construida en el vector pJet de Fermentas^{MR}. Alícuotas del vector predigerido se ligaron a diferentes cantidades de pequeños y largos cDNAs, precipitado y electroporado en células EPI300 de Epibiocenter^{MR}.

Aislamiento de clonas

De las colonias obtenidas, se extrajo el DNA plasmídico, el cual fue analizado electroforéticamente siguiendo los protocolos de Sambrook y Cols., 2001 y, luego, enviado a secuenciación a RXBiosciences.

Análisis de datos

Las secuencias fueron comparadas en bases de datos GenBank en el National Center of Biotechnology Information (www.ncbi.nlm.nih.gov), usando los algoritmos BLASTX y BLASTN (Altschul *et al.*, 1990) contra bases no redundantes y EST.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las extracciones de RNAtotal y RNAm fueron evaluadas en gel para asegurar la calidad del material inicial (Figura 1).

Los procesos de construcción se realizaron conforme a los protocolos del fabricante. Posteriormente a la transformación del material, se efectuó una amplificación del DNA plasmídico a partir de 16 clonas aisladas al azar, con el fin de evaluar la calidad del banco de genes (Figura 2).

Del banco de genes se aisló un total de 10,000 clonas, realizándose la secuenciación de las primeras 384 utilizando el primer T7 que flanquea al vector. Las secuencias obtenidas fueron limpiadas eliminando el vector para lo que se usó el programa VecScreen. Posteriormente, fue elaborada una base de datos local utilizando Bioedit, cada una de las secuencias, fue analizada por BlastN. Con las secuencias similares ($E < 10^{-50}$), se hizo el contig empleando el programa CAP3. A cada contig o secuencia independiente, se le aplicó un análisis utilizando los algoritmos de BlastX –GenBank (NCBI).

Entre las clonas secuenciadas, 80 no presentaron secuencia alguna. Las 304 restantes fueron organizadas en 103 contigs diferentes. De éstos, 37

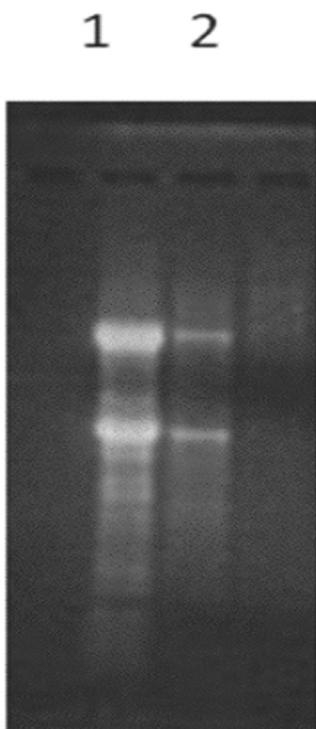


Figura 1. Análisis electroforético en agarosa al 1.5% en condiciones desnaturizantes. Panel 1.- RNA total, 2.-RNA mensajero

son secuencias nuevas sin similitudes en la base de datos del GenBank. Los siguientes 64 contigs corresponden a secuencias reportadas con similitud a proteínas codificantes, como se muestra en la tabla 1. Las mismas están siendo actualmente estudiadas y en un futuro serán ingresadas a GenBank como secuencias nucleotídicas.

Asimismo, en el GenBank del NCBI, se efectuó la publicación de 169 secuencias como ESTs obtenidas de este banco de genes, cuyos números de acceso van de GenBank No. Acceso GO_496322 a GO_496490 (www.ncbi.nlm.nih.gov)

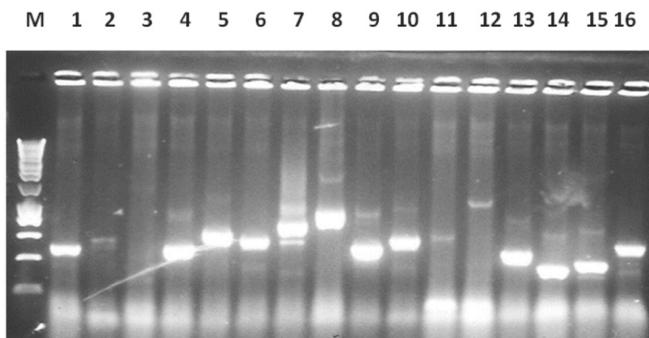


Figura 2. Análisis electroforético en agarosa al 1.0% para evaluar calidad del banco de genes. M marcador de peso molecular, 1 al 8 Insertos de la librería normalizada de la fracción grande del 9 al 16 Insertos de la librería normalizada correspondiente a la fracción pequeña.

Los datos obtenidos de la genoteca realizada sobre el fruto de *S. elaeagnifolium* en sus diferentes estadios, serán utilizados en futuras investigaciones sobre las proteínas que participan en el sistema de defensa de la planta y de aquellas que pudiesen tener alguna posible aplicación biotecnológica.

CONCLUSIÓN

El uso de proteómica y genómica en cualquier sistema vegetal o animal, representa una poderosa herramienta para conocer tanto la identidad de las macromoléculas que la constituyen como su funcionamiento y su posible manipulación in vitro. En el presente proyecto quedan muchas preguntas aún por contestar por lo que podemos concluir que, el análisis de este trabajo establece las bases para caracterizar genes y proteínas de interés biotecnológico en esta solanácea, así como llegar a la sobreexpresión de proteínas de aplicación biotecnológica.

I IS globulina	ORF16-lacZ Bacterial
Isoforma3 precursor de globulina I IS	Otubain-proteasa tipo cisteina
I2S seed storage globulin 2	Oxidoreductasa
60S proteina ribosomal L23-L17	Fosfatasa 2C-relacionada
Transportador ABC	Fosfatidilcolina proteina de transferencia
ARG1 -Altered Response to Gravity I	Fosfatidil Inositol- 4- fosfato- 5 kinasa
Proteina de unión a Calmodulin	Poliproteina Lycopersicon esculentum
Cop9 Subunidad del complejo signalosome	pom14 -Solanum tuberosum-
copia LTR rider -Solanum lycopersicum	Proteina de la familia kinasa
Cysteine proteasa inhibidor Cystatin	Proteina inhibitor II
Factor de elongación I-beta	Putativa integrasa -Solanum
endo-beta-1,4-glucanasa	Subunidad del Factor replicador C 37 kDa
Endo-beta-1,4-mannanasa	Retroelemento pol tipo polyproteina
Glucosa-6-fosfato/fosfato translocator	Retrotransposon gag proteina Solanum_3069
Glutamina sintetasa	Retrotransposon gag proteina Solanum_3086
Glycolato oxidasa	Retrotransposon gag proteina Solanum_3555
Hydrolasa, hydrolyzing O-glycosyl compounds	Proteina ribosomal S26
Proteina hipotética LOC100249082_Vitis vinifera	Proteina ribosomal S28
Proteina hipotética LOC100252475_Vitis vinifera	Polimerasa RNA-directed DNA
Proteina hipotética Osl_01186	S-adenosilmetionina –dependiente de metiltransferasa
Proteina hipotética Populus trichocarpa	Senescence-asociada proteina
Proteina hipotética RCOM_1615820	Shaggy kinasa 6
Proteina hipotética -Ricinus communis EEF29872	Proteina maquinaria de ensamble (sam50)
Proteina hipotética -Ricinus communis EEF35670	Factor transcripcional
Proteina hipotética SDMI_19t00022	Factor transcripcional BZIP1
Proteina hipotética Vitis vinifera CAN66317	Factor transcripcional jumonji
Proteina hipotética-Vitis vinifera-XP_002275907	Cadena alfa Tubulin
Integrasa dominio	UDP-galactosa:mio-inositol galactosiltransferasa
ISI0 transposasa, Lycopersicon	Proteina desconocida CAO40090
K uptake permease I I	Vacuolar ATP sintasa subunit E
Manganesa superoxido dismutasa	Vesicula-asociada a una proteina de membrana
NAD+ ADP-ribosyltransferasa	Proteina relacionada con stress-de agua
Neutral proteina transportador de amino acido	Proteina de dedos de Zinc

Tabla 1. Análisis de las clonas secuenciadas con similitud a proteínas reportadas en GenBank.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Altschul, S. F., G. Gish, W. Miller, E. W. Myers, y D. J. Lippman (1990), *Basic local alignment search tool*, J. Mol. Biol., núm. 215., pp. 403-410.

Boyd, J.W. y D.S. Murray (1982), *Growth and development of silverleaf nightshade (Solanum elaeagnifolium)*,. Weed Science, núm. 30, pp. 238-243.

Goeden, R.D. (1971), *Insect ecology of silverleaf nightshade*, Weed Science, núm. 19, pp. 45-51.

Richardson, M. (1991), *Seed storage proteins: the enzyme inhibitors*, Methods in Plant Biochemistry, núm. 5, pp. 259-305.

Sambrook J. y D. W. Russell (2001), *Molecular cloning: a laboratory manual*, Cold Spring Harbor Press, New York..

■ ARTÍCULO ORIGINAL

Obtención del explante para iniciar un protocolo de micro-propagación de *Echinocactus parryi*, una cactácea en peligro de extinción en Chihuahua

¹Pedro Osuna*, ¹Baltazar Corral, ¹Juan Pedro Flores, ¹Mario Valenzuela, ²Adriana Castañeda,
²Susana Sánchez. *posuna@uacj.mx

Área temática: Biotecnología y ciencias agropecuarias

RESUMEN

El tratamiento usado para la esterilización superficial de las semillas de *E. parryi* fue exitoso, lográndose un método repetible y confiable para obtener semillas libres de microorganismos lo que es clave para continuar con las subsecuentes etapas del proceso de la propagación *in vitro* de *Echinocactus parryi*. El peso y el número de semillas por fruto en esta cactácea presentó variaciones lo cual podría influir en la germinación. En comparación con la escarificación química, la escarificación mecánica de la semilla fue exitosa, registrando un 90% de germinación. Ello es consecuencia de que cada semilla fue removida cuidadosamente de la testa sin dañar al embrión, dando lugar a una germinación de 24 horas que contrasta con la germinación natural en campo abierto que puede llevar meses o incluso, algunas veces, no llegar a producirse. Las plántulas germinadas a partir de la extracción del embrión, se disectaron en tres secciones que serán las fuentes de explantes para iniciar un protocolo de multiplicación *in vitro* de brotes en futuros experimentos.

Palabras clave: propagación *in vitro*, especie endémica, especie protegida, escarificación química, extracción de embriones.

INTRODUCCIÓN

La República Mexicana tiene la más rica densidad y diversidad de cactáceas en el mundo. Sin embargo, las mismas están desapareciendo debido a la pérdida de su hábitat y a la colecta ilegal de su ecosistema natural. Cerca de 25% de las espe-

cies de cactáceas figura en la lista de especies en peligro de extinción, existiendo altas probabilidades de que esta familia llegue a extinguirse en el reino vegetal (Pérez y Dávila, 2002). El desierto chihuahuense es el desierto más grande del estado de Chihuahua y del país mismo. Dicho desierto ha sufrido daños debido a la introducción de ganado,

¹ Docente-investigador del Instituto de Ciencias Biomédicas de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. posuna@uacj.mx

² Estudiantes de licenciatura del mismo Instituto.

especies exóticas, minería, extracción de mineral y también, al mal uso del suelo. El problema principal que enfrentan las cactáceas, es la colecta ilegal de semillas y plantas de su medio natural, lo que es consecuencia de su valor ornamental. Se trata de plantas raras y extraordinariamente bellas, que llegan a alcanzar precios altos en el extranjero (INIFAP, 2002).

El género de *Echinocactus* incluye a una de las especies en peligro de extinción, la *E. parryi*, cuyo rango es limitado y se encuentra restringida a la sierra de Juárez, Chihuahua, tratándose de una especie endémica de la región. Es una especie solitaria de porte cilíndrico que está siendo eliminada por el crecimiento urbano, las actividades agrícolas y de pastoreo y, quizás, por la colecta ilegal. Esta especie de *E. parryi* es enlistada en la Norma Oficial Mexicana-059-ECOL-2001 como una especie endémica y amenazada de Chihuahua que requiere una política de re-vegetación y conservación en su hábitat natural.

En esta especie, la germinación de la semilla y su desarrollo como planta es lenta. así que recuperar poblaciones amenazadas a través de procesos naturales o por los métodos de propagación tradicionales, generalmente no cumplen con las exigencias del lento crecimiento o de su baja regeneración natural de las cactáceas.

Las semillas de los cactus generalmente presentan variación en forma, tamaño y número de semillas por fruto (Barthlott y Hunt, 2000). Sin embargo, hasta el momento no se conocen estudios que reporten evidencias de estas variaciones morfológicas en la especie endémica de *E. parryi*. El tamaño de la semilla juega un rol estratégico en el proceso de germinación y en el establecimiento de plantas en una comunidad (Baloch, 2001). Algunos factores como la estratificación o escarificación física o química de la semilla, pueden influir en la velocidad de germinación (Ruedas *et al.*, 2000). Sin embargo, pocos autores consideran el peso de la semilla (Casas *et al.* 2000) o la extracción de

embriones (Osuna, comunicación personal, 2007). Loza-Cornejo (2004), reportó una correlación significativa entre el largo de la semilla y el peso de la misma en seis especies de *Pachycereceae*, que las considero claves al iniciar la germinación.

Las especies amenazadas o en peligro de extinción de cactáceas que colonizan el desierto chihuahuense, caracterizadas por ser plantas de lento crecimiento y baja regeneración natural, requieren de técnicas de innovación tecnológica como la propagación *in vitro*. La micropropagación constituye una alternativa viable para incrementar el volumen y conservación de *E. parryi* necesitando un tiempo más de 8 veces menor en comparación con el método tradicional. Debido a la importancia ecológica de esta especie en la región de Cd Juárez, Chihuahua, México, se pretende establecer un protocolo de propagación *in vitro* que formará parte de un mega-proyecto de conservación y reforestación de la misma en su hábitat natural.

ANTECEDENTES

El género *Echinocactus* pertenece a la subfamilia *Cactoideae*, tribu *Cactaceae* tratándose de plantas redondas y aplanadas, globosas o cilíndricamente cortas, que se presentan en forma solitaria o en varios tallos juntos. Los tallos tienen costillas y son fuertes. En la zona apical se encuentran los frutos. *Echinocactus parryi*, se distribuye en el desierto chihuahuense. Específicamente, al sur de Ciudad Juárez en el estado de Chihuahua, se ha encontrado en la Sierra de Samalayuca, en el Cerro Las Felipas, en el Cerro El Mesudo, en la Sierra La Candelaria y en la Sierra San Blas. Crece en inclinaciones montañosas con suelo rocoso, a elevaciones de 1200 msnm a 1400 msnm (Chamberland, 1991). Su coloración es verde-gris, pudiendo llegar a tener de 15cm a 45 cm de altura y de 15cm a 30cm de diámetro. Generalmente cuenta con 13 costillas que con los años se van plegando. Las espinas centrales suelen ser 4, presentando estrías transversales cuyo color va

del amarillo al magenta, y se vuelven grises con el tiempo. A menudo son curvadas hacia atrás. La más larga mide de 4.2 cm a 5.9 cm de largo. Presenta de 6 a 11 espinas radiales, rectas y algo curvadas, también de color amarillo a magenta. La época de floración es en mayo. Las flores tienen el perianto amarillo, enrojecidas con color magenta, siendo rojas en el centro. Miden de 5 cm a 7 cm de diámetro. Sus frutos son carnosos, volviéndose secos y duros a medida que transcurre el tiempo. Llegan a medir de 20 mm a 40 mm de largo. Son protegidos por las espinas que se encuentran a su alrededor, que impiden que se caiga (Anderson, 2001). La semilla es de color negro de tamaño variable 5 mm aproximadamente, con ornamentaciones tuberculares visibles. El hilium tiende a ser alargado y profundo (Chamberland, 1991).

La propagación de cactáceas por medio de semillas resulta insuficiente para cubrir la gran demanda existente debido a que presenta una limitada producción, disponibilidad y viabilidad, mientras que la propagación vegetativa convencional tampoco es suficiente. Por lo que, el uso de técnicas de propagación *in vitro* constituye una excelente herramienta para satisfacer la demanda (Trejo *et al.*, 2005; Pérez *et al.*, 2002), siendo de gran ayuda además, ya que, como se mencionó, algunas de las especies se encuentran amenazadas o en peligro de extinción, lo cual justifica el uso de estas técnicas (Dávila-Figueroa *et al.*, 2005; Giusti *et al.*, 2002). Las cactáceas también pueden propagarse por injertos, retoños y enraizamiento de esquejes (Trejo *et al.*, 2005). La germinación *in vitro* muestra ventajas respecto a la producida en condiciones naturales: puede solucionar casos de inhibición total de la germinación, permitir la germinación de semillas con intermediario obligado, aumentar la tasa de germinación, evitar el aborto embrionario, reducir el tiempo necesario y sincronizar la germinación (Cuellar *et al.*, 2006). Los métodos de escarifica-

ción química o mecánica ejercen diferentes efectos en la germinación de las especies de cactáceas, los cuales podrían combinarse con la *técnica in vitro*. Algunos métodos de escarificación mecánica pueden reducir a la mitad el porcentaje de germinación (Álvarez y Montaña, 1997), mientras que los métodos de escarificación química pueden ser de gran utilidad, facilitando hasta un 95% de germinación (Garcés, 2003; D'Aubeterre *et al.*, 2006). La escarificación química se utiliza para simular el paso de la semilla por el tracto digestivo de animales, cuyos ácidos comerciales más frecuentes para tal propósito son el ácido clorhídrico y el ácido sulfúrico, entre otros (Sánchez *et al.*, 2006).

Las semillas de los cactus presentan considerables variaciones en cuanto a la forma, tamaño y características estructurales, además de que el número de semillas producidas por fruto fluctúa desde 1 hasta 1000. Aunque se han realizado pocos estudios en relación a la variación del número de semillas por fruto, León de la Luz y Domínguez-Cadena (1991), evaluaron el potencial de reproducción de *Stenocereus gummosus*, tomando en cuenta el número de semillas por fruto, su forma, tamaño y peso (Ayala *et al.*, 2004). En otros trabajos se observó que, el incremento en el tamaño del fruto, la variación del color y del número de semillas de *S. stellatus* y *S. pruinosus*, se encuentran fuertemente relacionados con los procesos de domesticación (Casas *et al.*, 1999) y hay otros estudios en *Ferocactus acanthodes* (Jordan y Nobel, 1981). El tamaño de la semilla juega un papel importante en los procesos de germinación y en establecimiento de las plántulas dentro de una población, existiendo factores que pueden influir en la germinación, como la luz, la temperatura, la humedad y los mecanismos de escarificación. Sin embargo, existen pocos estudios que indiquen que hay una relación entre el peso de las semillas y la germinación (Ayala *et al.*, 2004).

DESARROLLO DEL TEMA

Zona de Estudio

En la región del Cerro El Mesudo crecen algunas plantas, esporádicamente distribuidas, donde las semillas fueron colectadas. Esta región es parte del desierto chihuahuense y se ubica al norte del estado de Chihuahua. El Cerro El Mesudo se encuentra entre las coordenadas geográficas 31° 31' 16" N y 106 40' 10" W, a una altitud de 1284 msnm. El ecosistema de esta región es típico para el encuentro de algunas plantas de *E. parryi* y fue la fuente para la colecta de semillas con el fin de iniciar el desarrollo de este estudio.

Material vegetal

En el Cerro El Mesudo se localizaron plantas de *E. parryi* con cápsulas secas que contenían semillas. Las inflorescencias maduras y secas fueron observadas en la periferia de la parte superior de la planta. Debido a que estaban protegidas estrechamente por un complejo de espinas, la colecta de las semillas se realizó con pinzas. Las inflorescencias se colocaron en bolsas de plástico siendo trasladadas al laboratorio de cultivo de tejidos vegetales para la extracción de las semillas. Allí, fueron cuidadosamente abiertas con pinzas de disección en su parte inferior. Un orificio de 0.5 cm fue suficiente para que las semillas salieran de la parte basal del fruto seco. Las semillas constituyeron la fuente inicial para la realización de este estudio.

Medio de Cultivo

En la técnica *in vitro* se utilizó el medio de cultivo de Murashige and Skoog, 1962 (MS), el cual contiene macro y micronutrientes así como también sustancias orgánicas necesarias para el desarrollo de las plantas. Como fuente de carbono se usó azúcar morena comercial (30gr/L). El pH se ajustó a 5.8. Solamente en las etapas de multiplicación de

brotos y, de formación y organización de brotes en callos, se empleó Sacarosa grado reactivo. El agente gelificante usado fue Agar-Agar (Aldrich®). Una vez elaborado el medio universal de MS, se esterilizó en una autoclave (Harvey) a 121°C durante 15 minutos. El medio de MS fue utilizado en todas las etapas de la micro propagación de *E. parryi*. El proceso *in vitro* se llevó a cabo bajo condiciones de esterilidad proporcionadas por una campana de flujo laminar tipo II. Todo el material e instrumental empleados en la manipulación del medio de cultivo y del material vegetal fue debidamente esterilizado.

Experimento 1. Determinar la concentración óptima y tiempo de exposición en cloro comercial para la asepsia de semillas de *E. parryi*.

Las semillas colectadas del campo se trataron con etanol al 50% por un tiempo de un minuto, luego del cual se transfirieron a cloro comercial a una concentración de 50% durante 5, 10 y 15 minutos. Posteriormente, fueron lavadas tres veces con agua destilada estéril para eliminar los residuos del cloro. Tres semillas se colocaron en cajas petri (15 x 40 mm) que contenían el medio universal de MS al 50% . Las semillas asépticas fueron incubadas en una cámara de crecimiento a una temperatura de 23°C en condiciones de luz (1000 luxes). Se utilizaron tres repeticiones por tratamiento, en un total de 9 semillas.

Experimento 2: Comparar los factores que tienen influencia en la germinación, tales como la variación de peso y número de semillas por fruto

En la región del valle de Juárez se colectaron tres frutos (fruto1, fruto 2 y fruto 3). Para cada fruto se contaron y pesaron todas las semillas, determinándose los diferentes pesos. Cada semilla de cada fruto, fue pesada en miligramos en una balanza

analítica (Ohaus). Se utilizó un análisis estadístico realizado con SPSS 13.0 para obtener la media de los pesos, la mínima, la máxima y la desviación estándar.

Experimento 3: Evaluar el porcentaje de germinación para los diferentes tratamientos de escarificación química y física como fuente de explantes para iniciar su micro propagación

Escarificación física: Un grupo de 40 semillas asépticas fue sometido a un proceso de imbibición en agua estéril para evaluar la facilidad de extracción del embrión, este grupo se dividió en 4 grupos de 10 semillas cada uno. Cada grupo de 10 semillas fue puesto en imbibición durante 24, 48 y 72 horas. Al grupo restante de 10 semillas (sin imbibición) se procedió a extraer el embrión mediante la remoción de la testa con unas pinzas de disección. Después de haber transcurrido el proceso de imbibición, también se procedió a extraer el embrión con ayuda de un estereoscopio. Cada embrión fue colocado en una caja petri (20x 50 mm) con medio MS al 50%.

Escarificación química: Para el tratamiento por escarificación química se utilizaron 60 semillas asépticas de *E. parryi*. Dos grupos de 30 semillas fueron tratados uno con ácido sulfúrico (al 38%?) y el otro con ácido clorhídrico al 38% durante 5, 10, 15, 20 y 25 minutos. Las semillas tratadas, fueron lavadas con agua destilada y después fueron colocadas en cajas petri con MS al 50%

RESULTADOS

Experimento 1: Determinación de la óptima concentración y tiempo de exposición en cloro al 50% para la asepsia de semillas de *E. parryi*.

El primer paso crítico para lograr la propagación *in vitro*, es contar con las condiciones de esterilidad en un laboratorio de cultivo de tejidos vegetales,

debido a que todos los medios de cultivo tienen sustancias inorgánicas y orgánicas que facilitan el crecimiento de hongos y bacterias. El crecimiento extensivo de estos organismos/ gérmenes es indeseable ya que producen toxinas que afectan el normal crecimiento de las células o tejidos vegetales. Para establecer e iniciar un protocolo de micro propagación de *Echinocactus parryi*, el primer obstáculo a vencer, fue lograr que las semillas tuvieran un estatus aceptable de germinación y que los explantes se conservaran libres de gérmenes infecciosos. El mejor tratamiento para alcanzar la asepsia de las semillas de *E. parryi* fue la inmersión en cloro durante 15 minutos, presentando 100% de asepsia (Cuadro 1).

El tratamiento usado para la esterilización superficial de las semillas fue alto comparado con el de Murillo (2004), en el que presentó un alto porcentaje de contaminación. Garcés, 2003, utilizó los mismos tiempos de exposición al cloro 50% obteniendo una porcentaje de contaminación bajo, además de que utilizó un detergente no iónico para favorecer el contacto entre la testa de las semillas y la solución desinfectante, pero se puede observar que no es necesario utilizarlo para las semillas de *E. Parryi*.

Experimento 2: Comparación de los factores que tienen influencia en la germinación, tales como la variación del tamaño, peso y número de semillas por fruto

Utilizando el SPSS versión 13.0, se obtuvo el peso de las semillas, la media, la mediana y la varianza para cada fruto. Los cuatro frutos colectados presentaron diferencias en cuanto al peso las semillas

Tiempo de exposición (min)	Contaminación	Asepsia
5 minutos	66.67%	33.33%
10 minutos	33.33%	66.67%
15 minutos	0%	100%

Cuadro 1. Tratamientos utilizados para evaluar el grado de asepsia en semillas de *E. parryi*

y al número de semillas por fruto. Debido a que los frutos colectados fueron muy pocos, no se pudo saber si existe una correlación estadísticamente significativa entre el número de semillas por fruto y el tamaño del fruto. El rango entre mínimo y máximo peso de las semillas osciló entre 1.50 a 2.50 mg. Estas variaciones en peso y número de semillas por fruto podría tener un rol estratégico en el proceso de la germinación y en el establecimiento de plantas en una comunidad (Baloch, 2001).

El peso y tamaño de las semillas varía en todas las especies de cactáceas, encontrándose que influyen en la germinación tanto para *Astrophytum myriostigma* (Sánchez *et al.*, 2006) como para *Stenocereus beneckeii* (Ayala *et al.*, 2004). En este caso, no se evaluó la germinación en relación con el tamaño y el peso de la semilla aunque se recomienda hacer estudios para determinar si, al igual que en otras cactáceas, estos factores influyen en la germinación de *E. parryi*.

El número de semillas por fruto varía para cada especie de cactácea. Para *E. parryi* no fue posible determinar si existe una correlación estadísticamente significativa entre el número de semillas y el tamaño del fruto ya que se colectaron pocos frutos y sus tamaños fueron extremadamente diferentes. Las semillas de mayor peso presentaron la apariencia de semillas llenas, de superficie lisa y brillante, lo que podría estar correlacionado con la viabilidad de la semilla (Ayala *et al.*, 2004). Es de esperar que, a mayor cantidad de semillas, mayores sean las posibilidades de que *Echinocactus parryi* venza los retos en el proceso de la germinación.

Sin embargo, las pocas plantas distribuidas irregularmente en la sierra de Juárez, nos dicen que las semillas tienen problemas de germinación y, aún más, tienen dificultades para encontrar un micro hábitat que les permita germinar y asegurar que se establezca su progenie. Por ejemplo, se observó que las semillas en su hábitat natural eran transportadas por hormigas que podrían utilizarlas como alimento o almacenarlas para su colonia. Las

posibilidades de que alguna de ellas germine son impredecibles. Lo claro es que esta especie se encuentra en lugares específicos mostrando una distribución de plantas muy distantes unas de otras.

Las especies que tienen un desarrollo monopodial como *E. parryi*, tienen poca o nula producción de hijuelos, lo que representa obstáculos para su propagación vegetativa. El clásico ejemplo de esta especie de cactácea es su bajo índice de viabilidad lo cual, aunado a los retos naturales que enfrenta para establecerse y a la influencia del hombre, hace que esté en peligro de extinción.

Sin embargo, hay factores que pueden influir en la velocidad de la germinación como son la escarificación física o química de la semilla (Ruedas *et al.*, 2000). En base a estos factores con influencia positiva en un gran número de semillas que presentan baja viabilidad, se generó el experimento 3.

Experimento 3: Evaluar el porcentaje de germinación para los diferentes tratamientos de escarificación química y física como fuente de explantes para iniciar su micro propagación

Este experimento fue clave para iniciar el protocolo de la micro propagación de *E. parryi*. La selección del explante, su estado fisiológico y la cantidad en número son esenciales para el inicio y el éxito del establecimiento de un sistema de propagación *in vitro*. El proceso de la extracción del embrión fue llamado escarificación física mecánica.

El tratamiento que obtuvo el mayor porcentaje de germinación para *E. Parryi* fue el de escarificación física mecánica con un 85% de germinación al tercer día. Mientras que el tratamiento con menor porcentaje de germinación fue el de escarificación química que logró 33.33% de germinación usando H_2SO_4 y 3.33% de germinación utilizando HCl.

Escarificación física (extracción del embrión)

La técnica de extracción del embrión de *E. parryi*,

no afectó la viabilidad y tasa de germinación de las semillas, por lo que, el mejor tratamiento fue el de escarificación (Cuadro 2). Resultados similares fueron reportados por D'Aubeterre *et al.* (2006) para las especies de *Opuntia ficus indica*, *Pilosocereus moritzianus*, *Stenocereus griseus*, *Cereus deficiens* y *Cereus hexagonus*. Por el contrario, Sánchez Salas *et al.* (2006), para la especie *Astrophytum myriostigma* y Álvarez y Montaña (1997) para las especies *Cephalocereus chrysacanthus hoppenstedtii*, *Ferocactus latispinus* y *Stenocereus stellatus*, obtuvieron el menor porcentaje de germinación, mencionando que fue debido a que no tuvieron cuidado al remover la testa y dañaron el embrión. Cabe señalar que, para la escarificación física de la semilla de *E. Parryi*, la testa fue removida con mucho cuidado evitando dañar al embrión.

No se observaron diferencias significativas entre el tiempo de imbibición y el número de días necesario para la germinación. Sin embargo, se advierte que el tiempo de imbibición en agua requerido para el ablandamiento de la testa y su remoción, es conveniente que no pase de las 24 horas, ya que el embrión se hincha y hay más probabilidades de dañarlo. También deben tenerse en cuenta la práctica y el cuidado con que se haga pues observaciones preliminares indican que las semillas más grandes (mayor peso) germinan mejor que las de menor tamaño (datos no mostrados). La germinación sin la imbibición de las semillas es exitosa, aunque el proceso es más lento y resulta laborioso eliminar la testa para la extracción de un embrión.

De los embriones disectados se obtuvieron 40 plántulas germinadas, las cuales serían la fuente de

explantes para iniciar un protocolo de micro propagación de *E. parryi* en futuros experimentos. Plántulas de 30 días de cultivo (Figura 1) sería el tiempo ideal para dividirlo con un bisturí en tres porciones: una apical y dos laterales llamadas explantes. Un corte transversal dio origen al explante apical que dirigía su crecimiento. En la porción restante se eliminó la raíz y el tallo fue disectado longitudinalmente, separándose en dos explantes laterales. Todos los explantes fueron colocados en cajas petri con MS suplementado con BAP (bencilaminopurina) o 2ip (6-gamma, gamma-dimetilalilamino purina), de manera que la parte disectada estuviera en contacto con el medio de cultivo contenido en éstas. Las hormonas mencionadas son muy utilizadas en la propagación *in vitro* de otras cactáceas por tener un efecto positivo al inducir la regeneración de plantas (Perez-Molphe-Bach *et al.*, 2002; Hubstenberger *et al.*, 1992).

Escarificación química

Aunque este método es muy común en semillas de muchas especies, para este estudio, fue el que obtuvo el más bajo porcentaje de germinación. Probablemente ello se debió a que los tratamientos con H_2SO_4 y HCl tuvieron cierto grado de letalidad sobre el embrión, disminuyendo su viabilidad en un rango que va del 66.67% al 96.67% (Cuadro 3). En contraste, para otras especies como *Astrophytum myriostigma*, el tratamiento con H_2SO_4 utilizado para semillas pequeñas, mostró mayor velocidad de germinación, mientras que para la escarificación mecánica determinó la velocidad más lenta

Cuadro 2: Tiempos de imbibición de semillas de *E. parryi* para evaluar el porcentaje de germinación para obtener el explante .

Tiempo de imbibición	Tiempo de germinación (días)				% relativo de germinación
	1	2	3	...n	
0 horas	-	-	9	10	90
24 horas	-	-	9	10	90
48 horas	-	-	8	10	80
72 horas	-	-	8	10	80
Total de semillas germinadas			34	40	85



Figura 1. Fuente de explantes para iniciar un protocolo de micro-propagación de *E. parryi*. Plántulas provenientes de embriones con 30 días de germinación.

(Sánchez et al., 2006). Aunque el ácido clorhídrico se usa para la escarificación química de semillas (Sánchez et al, 2006), no es recomendable usarlo en las semillas de *E. parryi*, en tanto fue el ácido que más afectó la viabilidad de éstas.

Se recomienda la realización de más estudios para una mayor familiarización con el manejo y realizar evaluaciones con otras concentraciones con estos ácidos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez, M. y C. Montaña, (1997), *Germinación y supervivencia de cinco especies de cactáceas del valle de Tehuacan: implicaciones para su conservación*. Acta Botánica Mexicana. 40 pp. 43-58.
- Álvarez, R; H. Godinez-Álvarez; U. Guzmán; P. Dávila (2004), *Aspectos ecológicos de dos cactáceas mexicanas: implicaciones para su conservación*. Boletín de la Sociedad Botánica de México, 75: 7-16. .
- Ayala, C.; T. Terrazas; L. López-Mata,; C. Trejo (2004), *Variación en el Tamaño y Peso de la semilla y su relación con la germinación en una población de Stenocereus beneckeii*. Inciencia, Vol. 29 (012): 692-697.
- Baloch, HA.; A. DiTommaso; AK. Watson (2001), *Intrapopulation variation in Abutilon theophrasti seed mass and its relationship to seed germinability*. Seed Sci. Res. 11:333-345.
- Barthlott, W.; D. Hunt (2000), *Seeds diversity in*

Tipo de semilla / tratamiento	Tiempo de inmersión (min)	Tiempo de germinación (días)								% germinación
		14	15	16	17	18	19	20		
H ₂ SO ₄ (38%)	5	3	-	-	-	-	-	-	-	50
	10	2	-	-	-	-	-	-	-	33
	15	-	-	-	-	-	-	-	3	50
	20	-	-	-	-	-	-	-	1	33
	25	-	-	-	-	-	-	-	1	33
# semillas germinadas / total de semillas		10/30								33.33

Tipo de semilla / tratamiento	Tiempo de inmersión (min)	Tiempo de germinación (días)								% relativo de germinación
		14	15	16	17	18	19	20		
HCl (38%)	5	-	-	-	-	-	-	-	-	0
	10	-	-	-	-	-	-	-	-	0
	15	-	-	-	-	-	-	-	-	0
	20	1	-	-	-	-	-	-	-	0
	25	-	-	-	-	-	-	-	-	0
# semillas germinadas / total de semillas		1/30								3.33

Cuadro 3. Porcentaje de germinación de semillas de *E. parryi* por escarificación química con ácido sulfúrico o ácido clorhídrico al 38%.

- the Cactaceae subfamily Cactoideae*. Succ. Plant. Res. 5: 1-173.
- Casas, A.; J. Caballero,; A. Valiente-Banuet; JA. Soriano; P. Davila (1999), *Morphological variation and the process of domestication of Stenocereus stellatus (Cactaceae) in central México*, Amer. J. Bot. 86: 534-542.
- Chamberland, M. (1991), *Biosystematics of Echinocactus poycephalus complex (cactaceae)*, tesis para el grado de maestría de la Universidad de Arizona, pp 56,156.
- Cuellar-Chávez, L.; E. Morales-Rubio; J. F. Treviño-Neavez (2006), *La germinación in vitro una alternativa para obtener explantes en cactáceas. Zonas áridas*. 10: 129-133.
- Dávila-Figueroa, C. A.; M. de L. De la Rosa-Carrillo; E. Perez-Molphe-Balch (2005), *In vitro propagation of eight species or subspecies of Turbinicarpus (Cactaceae)*, In Vitro Cell. 1-6.
- D'Aubeterre, Ramón, Z. Piñero., E. García y M. A. Figarella (2006), *Efecto de diferentes métodos de escarificación sobre la germinación de cinco especies de cactáceas (Opuntia ficus indica, Pilosocereus moritzianus, Stenocereus griseus, Cereus deficiens y Cereus hexagonus) del estado Lara*, Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), Venezuela
- Giusti, P; D. Vitti; F. Fiocchetti; G. Colla; F. Saccardo; M. Tucci (2002), *In Vitro propagation of three endangered cactus species. Scientia Horticulturae*, 95: 319-332.
- Hubstenberger, J. F.; P. W Clayton.; G. C. Philips, *Micropropagation of cacti (Cactaceae)* (1992), In: Bajaj, Y. P. S., ed. *Biotechnology in agriculture and forestry*, vol. 20. High-tech and micropropagation IV. Berlin: Springer-Verlag; 49-68
- INIFAP (2002), <<http://www.inifap.gob.mx/logros/noviembre/Cactaceas.PDF>>
- Jordan P. W.; P. S. Nobel (1981), *Seedling establishment of Ferocactus Acanthodes in relation to drought*. Ecology, 62 (4): 901-906.
- León de la Luz, JL: R. Domínguez-Cadena (1991), *Evaluación de la reproducción por semilla de la pitaya agraria (Stenocereus gummosus) en Baja California Sur*, México, Act. Bot. Mex. 14: 75-87.
- Pérez-Molphe-Balch, E. y C. Dávila-Figueroa (2002), *In Vitro propagation of Pelecypora aselliformis Ehrenberg and P. Strobiliformis Werdermann (Cactaceae)*. In Vitro Cell. Dev. Biol.-Plant 38: 73-78.
- Pérez-Molphe-Balch, E; M. E. Pérez-Reyes, C. A. Dávila-Figueroa; E. Villalobos-Amador (2002), *In Vitro propagation of three species of columnar cacto from the Sonoran desert*. HortScience, vol. 37 (4): 693-696.
- Ruedas, M.; T. Valverde; SA. Castillo (2000), *Respuesta germinativa y crecimiento de plántulas de Mammillaria magnimamma (Cactaceae) bajo diferentes condiciones ambientales*, Bol. Soc. Bot. Mexico, 66: 25-35. .
- Sánchez Salas J., J. Flores, E. Martínez García (2006), *Efecto del tamaño de semilla en la germinación de Astrophytum myriostigma Lemaire. (Cactaceae), especie amenazada de extinción*, Interciencia, 31 (005): 371-375.
- Trejo-Orozco, C. K.; C. Ramírez-Serrano; R. Soltero-Quintana (2005), *Micro propagación de cactáceas*, Avances en la investigación científica en el CUCBA, pp. 542-546.

■ ARTÍCULO ORIGINAL

Diseño de una prensa para comprimir latas de aluminio

Allen Jeannette De León Pérez^a, David Atayde Campos^a, Judith V. Ríos Arana^b,
R.A. Saucedo-Acuña^c

Temática: Ingeniería

RESUMEN

A raíz de la implementación del programa piloto de manejo de residuos sólidos urbanos (RSU) en el Instituto de Ingeniería y Tecnología de la UACJ, se implementaron diversas prácticas de diseño de prototipos reutilizando residuos como materia prima, además de propiciar el diseño y elaboración de prototipos que faciliten el manejo y almacenamiento temporal de los residuos. Estas acciones generaron un cambio en la concepción del valor de los RSU en la comunidad institucional. El presente trabajo muestra uno de los trabajos desarrollados para eficientar el almacenamiento temporal de RSU: diseño y elaboración de una prensa de latas de aluminio.

Palabras clave: RSU, CAD

ANTECEDENTES

Las bebidas contenidas en latas de aluminio son uno de los productos consumibles con mayor demanda dentro del instituto durante el ciclo escolar. Esto trae como consecuencia la generación de una importante cantidad de aluminio que tendrá que

ser procesado para su reciclaje. Actualmente, los empleados de intendencia recolectan el material desechado para incrementar sus ingresos al valorizar las latas. Aún así, se han recolectado latas de aluminio durante el proceso de separación, mismas que son almacenadas para su posterior valoración. Debido a las limitaciones de espacio para el mane-

^a Depto. Ingeniería Industrial y Manufactura, Instituto de Ingeniería y Tecnología, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Ciudad Juárez, Chih., México. adeleona@gmail.com; datayde@uacj.mx; emartine@uacj.mx.

^b Depto. Ingeniería Civil y Ambiental, Instituto de Ingeniería y Tecnología, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Ciudad Juárez, Chih., México. jrios@uacj.mx.

jo y almacenamiento de RSU y al elevado volumen de latas que llegan a la estación de segregación, es necesario comprimirlas. Para ello, se analiza implementar la prensa permanente en el almacén en donde éstas serán depositadas para facilitar el proceso de compresión. El proceso de compresión consiste en aplastar las latas con el pie, lo cual provoca pérdida de tiempo. En la actualidad, existen prensas para comprimir aluminio pero, por su tamaño y aplicaciones, se utilizan para trabajos industriales (figura 1.1). Este diseño pretende una versatilidad de tamaño y uso que sea atractivo para su empleo en instituciones educativas y establecimientos comerciales, facilitando la separación y almacenamiento de los desechos y evitando posibles problemas de salud.

DESARROLLO

El primer paso fue comunicarse con el plantel estudiantil y el personal docente y administrativo, para informar acerca del programa de reciclaje y de la importancia de trabajar juntos invirtiendo en una vida mejor (bien común: beneficio a futuro). Durante este proyecto se realizó el diseño de una prensa para comprimir latas de aluminio. Más adelante, otros alumnos (equipos) trabajarán en el desarrollo de procesos para reutilizar el aluminio (Al) en sus prácticas. El diseño se elaboró empleando herramientas de visualización que permiten, en base a modelos de Diseño Asistido por Computadora (CAD) tridimensionales, crear imágenes foto realistas de productos y escenarios. Éstos, incorporan efectos tales como puntos de vista, textura de la superficie y la simulación de todos los componentes de la prensa para obtener los tiempos de operación y el tipo de material con el que será fabricada con-



Figura 1.1 Prensa industrial aplasta botes.

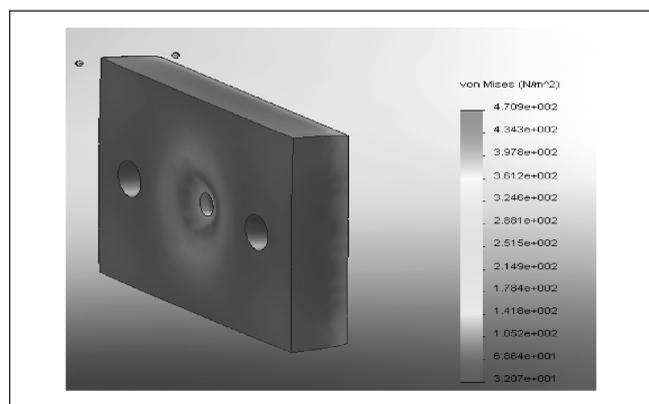


Figura 1.2 Placa de aluminio sometida a presión de 482 N.

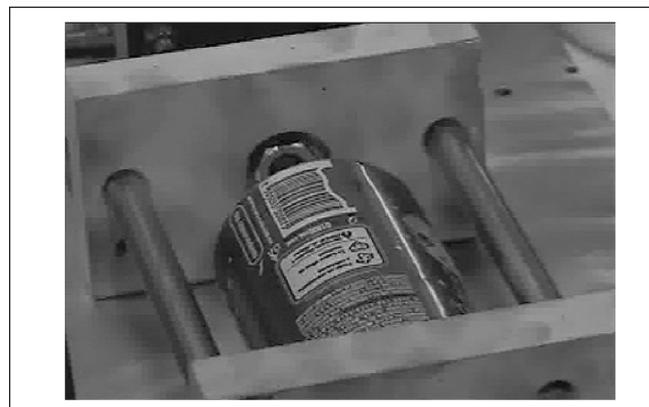


Figura 1.3 Prensa prototipo.

siderando los resultados de un análisis de esfuerzo-deformación generados con el programa CAD COSMOSXpress (figura 1.2). Este programa, permite seleccionar el material óptimo mediante matrices esfuerzo contra deformación que dan como resultado la selección del material para la construcción de la prensa, considerando el desgaste y las presiones a las que estará expuesta.

La prensa está compuesta por dos placas, placas laterales derecha e izquierda, de material aluminio 1060, montadas en una base con un alimentador en la parte superior, con un pistón de 480 N de fuerza, una válvula direccionadora, un compresor y un botón activador (figura 1.3).

El proceso para comprimir será el siguiente: 1. En el alimentador se depositan las latas de aluminio. 2. La lata se acomodará en forma horizontal entre las placas laterales utilizando para ello un dispositivo de vibrador. 3. Se activa el compresor. 4. Se presiona el botón. 5 A través de una ranura, la lata comprimida caerá a un contenedor

CONCLUSIONES

La Universidad Autónoma de Ciudad Juárez está trabajando en procesar el aluminio, lo cual da como resultado un ahorro en el costo del material utilizado en las prácticas de laboratorio de manufactura, así como también la facilitación del material para

las mismas. En muchos centros educativos públicos satisfacen sus necesidades de material didáctico, mobiliario y hasta de electrodomésticos, con el dinero obtenido en la venta del material reciclado. Uno de los objetivos alcanzados con este diseño fue la implementación de un nuevo producto. Además, se redujo el volumen de latas en la bodega, siendo compacta, ergonómica, de fácil uso y económica para ser utilizada de acuerdo a la cantidad de latas desechadas durante el ciclo escolar.

BIBLIOGRAFÍA

- Taguchi, Genichi (1987), *Introduction to Quality Engineering*, NY
- Gershenson, J.K., G.J. Prasad & Y. Zhang (2003), *Product modularity: definitions and benefits*.
- Cross, Niguel (1994), *Engineering Desing Methods*, Inglaterra.
- Haser, J. R. and D. Clausing (1988), *The House of Quality*, Harvard business.
- Albano, L. D., J. J. Connor and N.P. Suh (1993), *A Framework for performance based design*.
- Albano, L. D., J. J. Connor and N.P. Suh (1992), *Axiomatic Approach to Structural Desing*.
- Riva Romeva, Carles (2002), *Diseño concurrente*, Editorial UPC, Barcelona.

■ ARTÍCULO ORIGINAL

Differential Display Evaluation of Rat Hypothalamus Transcripts After Chronic Stress

Arzate-Vázquez, Dulce María¹; Martínez-Martínez, Alejandro^{1*}; Pérez-León, Jorge-Alberto¹; Gosselink, Kristin L².

Área Temática: Bioquímica y Neurociencias
Cuerpo Académico. Diagnóstico Molecular

ABSTRACT

The purpose of this study was to evaluate the transcription pattern in the hypothalamus of rats under chronic stress. The differential expression analysis of genes was based on mRNA Differential Display. Analysis by polyacrylamide gel electrophoresis identified bands that duplicated or reduced by a half their normalized quantity. Thus we propose that during emotional- chronic stress, several genes are differentially activated. Among transcripts that were obviously different 52.5% was up-regulated and 47.48% was down- regulated.

Key words: Stress, Differential Display, Chronic Stress.

INTRODUCTION.

Many studies have shown that limbic system, including hypothalamus is implicated in behavior and emotional expression (Dielenberg and McGregor, 2001). Besides, emotional and environmental factors promote stress and anxiety development (Mucio- Ramirez, 2007). In man, anxiety has been de-

scribed as an unpleasant sensation, characterized by tension and alert state when facing a dangerous situation (Martin, 1998). During anxiety episodes, hypothalamus communicates with cerebral cortex. This circuitry set an emotional component to perceptions. We know that hypothalamus is implicated in emotional expression, yet gene activation is poorly known. This study found shifts in acti-

¹ Lab.V205, Instituto de Ciencias Biomédicas. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Anillo Envolverte del Pronaf y Estocolmo S/N, CP32300, Ciudad Juarez, Chih., México.

² Department of Biological Sciences, Biosciences Building, Room 5.152. University of Texas at El Paso. 500 W. University Avenue, El Paso, Texas, 79968, Office: (915) 747-6877, Laboratory: (915) 747-8944, Fax: (915) 747-5808. Email: kgosselink@utep.edu

* Corresponding author.

Lab.V205, Instituto de Ciencias Biomédicas. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Anillo Envolverte del Pronaf y Estocolmo S/N, CP32300, Ciudad Juarez, Chih., México. Tel. (656)6881821 ext. 1621, 1622 y 1894; FAX ext. 1620, alejandro.martinez@uacj.mx
Arzate Vázquez DM; thedoor27@hotmail.com

vated transcripts (mRNA) under chronic stress. So, we propose that activation of limbic system promoted by emotional stress is going to modify the transcription pattern within this region. We used a Dielenberg's modified model to induce chronic stress to rats by cat visualization, and a differential display technique to identify transcripts.

METHODS

Chronic Stress Model. We used two rats as controls and three rats as study specimens (treatments). The cat exposure for treatment rats were exposed to a cat during six daily sessions at morning according to the following protocol: 1) Habituation in treatment box, shown in Figure 1, for 20 min. 2) Return to maintenance box for 20 min. 3) Cat exposure inside treatment box during 1 min. Controls followed the same procedure, excepting cat exposure.



Figure 1. Cat exposure conditions.

Decapitation and Hypothalamus Dissection. Decapitation were performed for no more than five seconds. The brain was immersed into RNase free-PBS 1X. After that, we dissected the hypothalamus using sterile dissecting tools.

Total RNA Isolation. We used 250 μ L of TRIzol per hypothalamus and followed Invitrogen protocol.

Differential Display System. Based on total RNA, we applied differential display methodology described in Figure 2. The kit had three different anchor primers (H-T₁₁G, H-T₁₁A, and H-T₁₁C)

to synthesize cDNA by reverse transcription, and eight arbitrary primers (H-AP1: H-AP8) to perform PCR reactions, shown in Figure 3. Our experiments were based on this, however our primers were not labeled with fluorescein.

30-55% urea denaturing gradient, 8% polyacrylamide electrophoresis. We prepared six polyacrylamide gels in TAE buffer using a Vertical Electrophoresis System from Bio-Rad and gradient maker system. Gels were electrophoresed for 15 min and then we loaded 15 μ L of sample with 2 μ L of loading dye. Electrophoresis lasted 14.5 hours at 80 V. We used silver dye to reveal DNA bands.

Band Density Analysis. Differentially expressed bands were considered when the same band duplicated or reduced by a half its normalized quantity (% of intensity/mm), when the band appeared only in control population and disappeared in the treat-

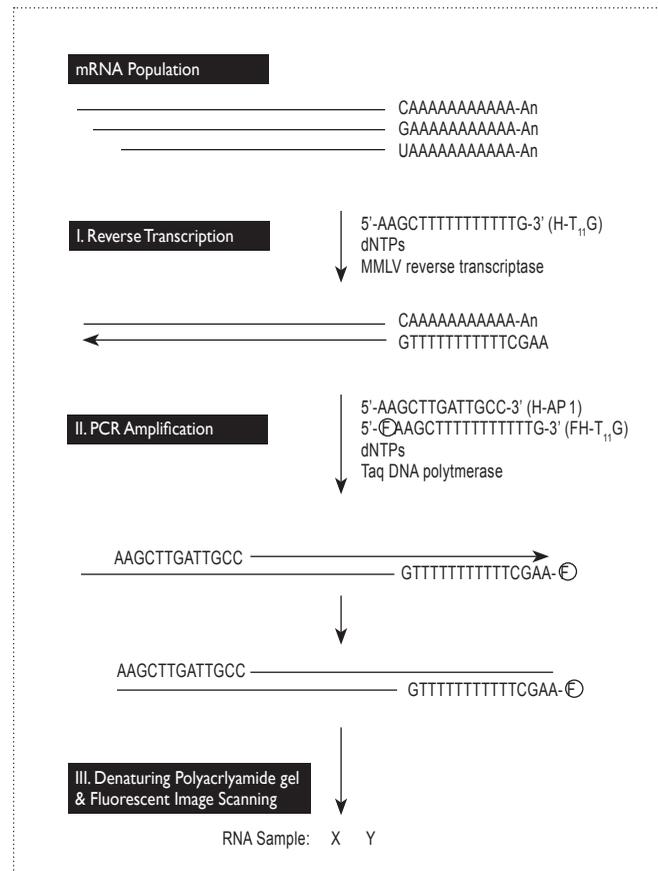


Figure 2. Differential Display Scheme (RNAspectra™ Green Fluorescent mRNA Differential Display System).

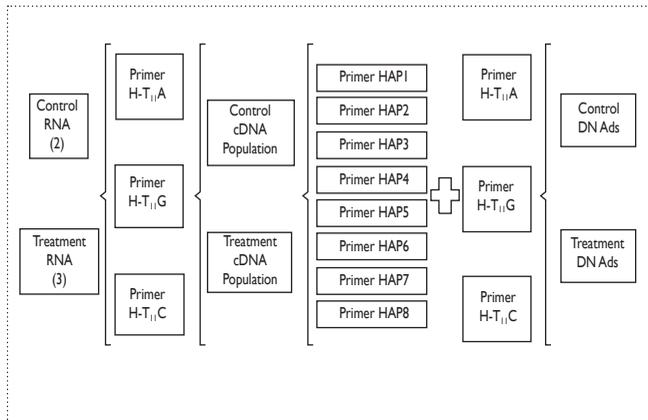


Figure 3. RT-PCR Reactions.

ment it was considered a lost band or if only appeared in the treatment population it was considered as *novo* band.

RESULTS

Total RNA Integrity. In Figure 4, we show total RNA isolated from hypothalamus of control and treatment groups. Note the good RNA integrity.

Band Density Analysis. Bands showing obvious differential displays are pointed by yellow arrows (see Annexes for the density analysis details).

We also estimated differential transcripts molecular weight supported in relative front of 20bp Sigma Base Pairs Marker. Calculi are shown in Figure 5.

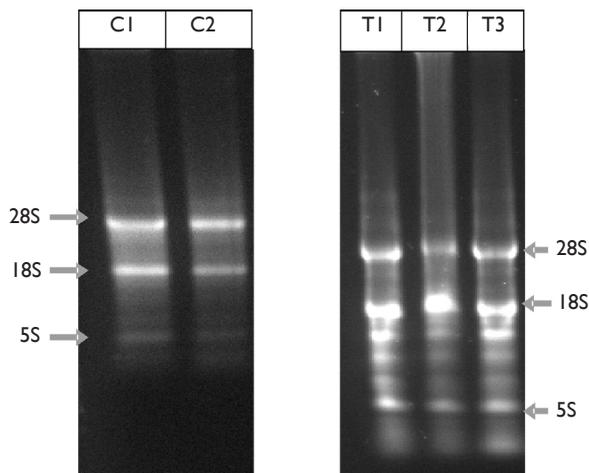


Figure 4. Total RNA Integrity. Controls (C1, C2) left panel, treatments (T1, T2, T3) right panel.

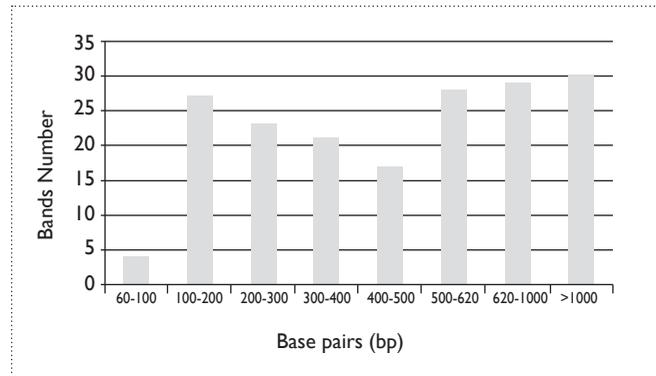


Figure 5. Molecular weight of pointed bands showed in Figures 6 to 11.

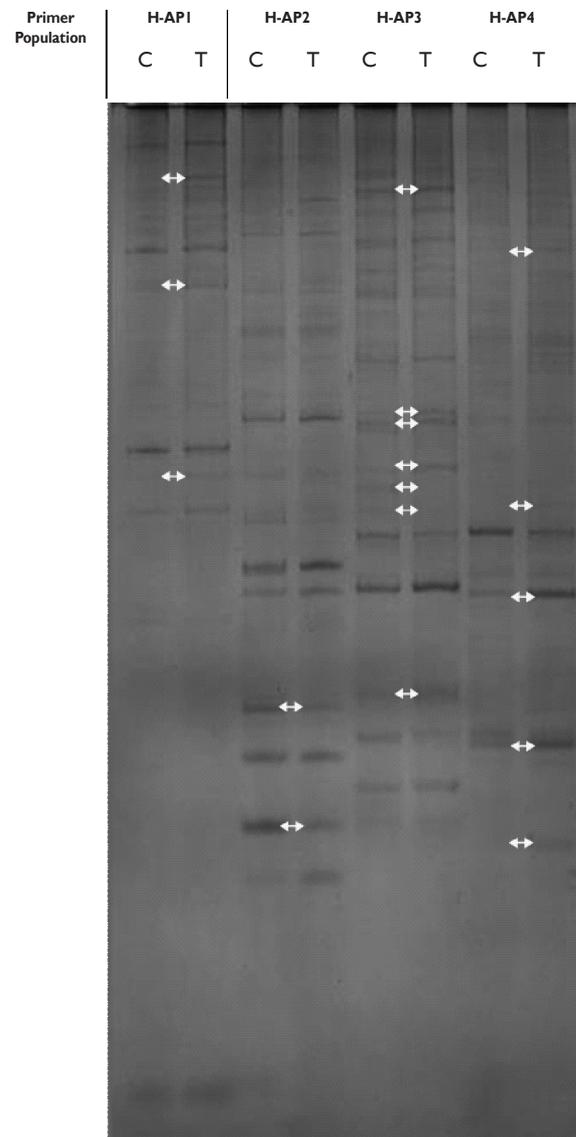


Figure 6. Polyacrylamide electrophoresis. Samples were synthesized using cDNA G with H-AP 1, H-AP2, H-AP3, and H-AP4 primers. C = Control; T = Treatment.

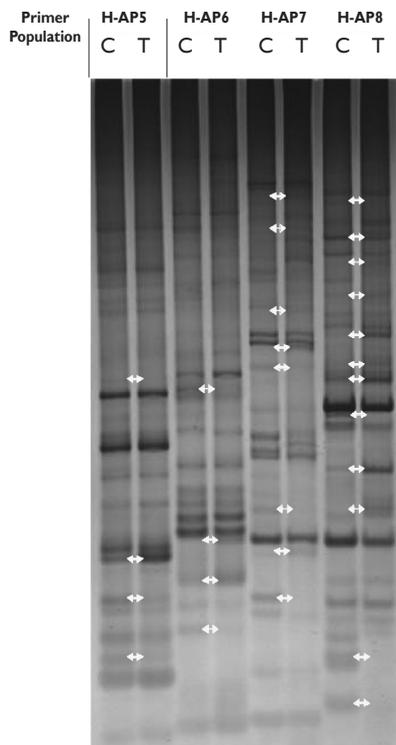


Figure 7. Polyacrylamide electrophoresis. Samples were synthesized using cDNA G with H-AP 5, H-AP6, H-AP7, and H-AP8 primers. C = Control; T = Treatment.

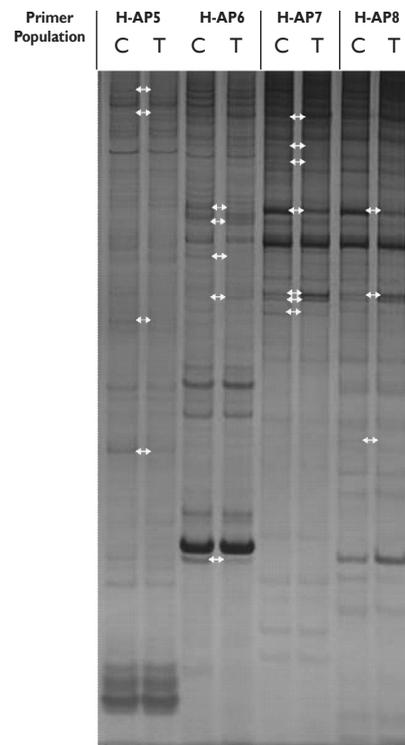


Figure 9. Polyacrylamide electrophoresis. Samples were synthesized starting from cDNA A with H-AP5, H-AP6, H-AP7, and H-AP8 primers. C = Control; T = Treatment.

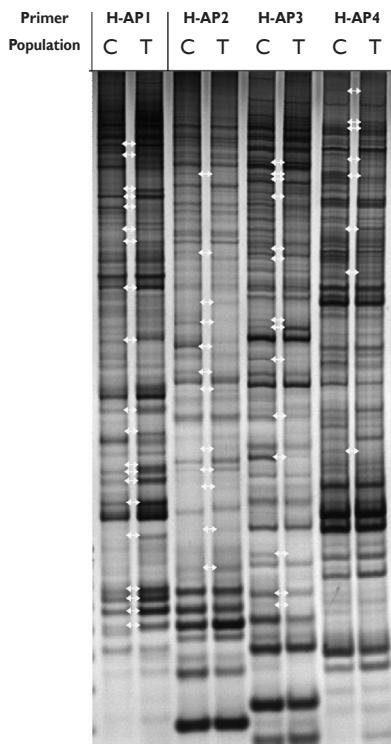


Figure 8. Polyacrylamide electrophoresis. Samples were synthesized using cDNA A with H-API, H-AP2, H-AP3, and H-AP4 primers. C = Control; T = Treatment.

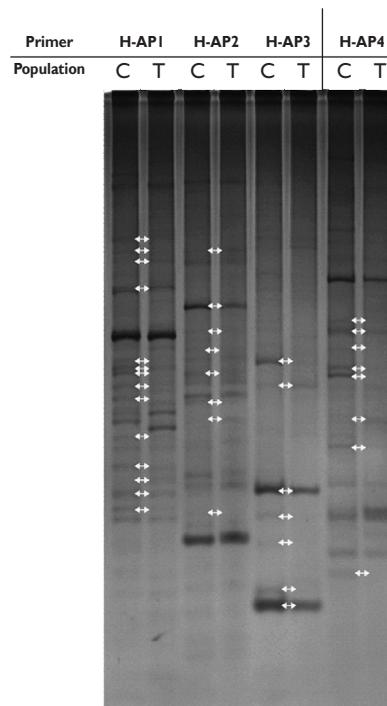


Figure 10. Polyacrylamide electrophoresis. Samples were synthesized starting from cDNA C with H-API, H-AP2, H-AP3, and H-AP4 primers. C = Control; T = Treatment.

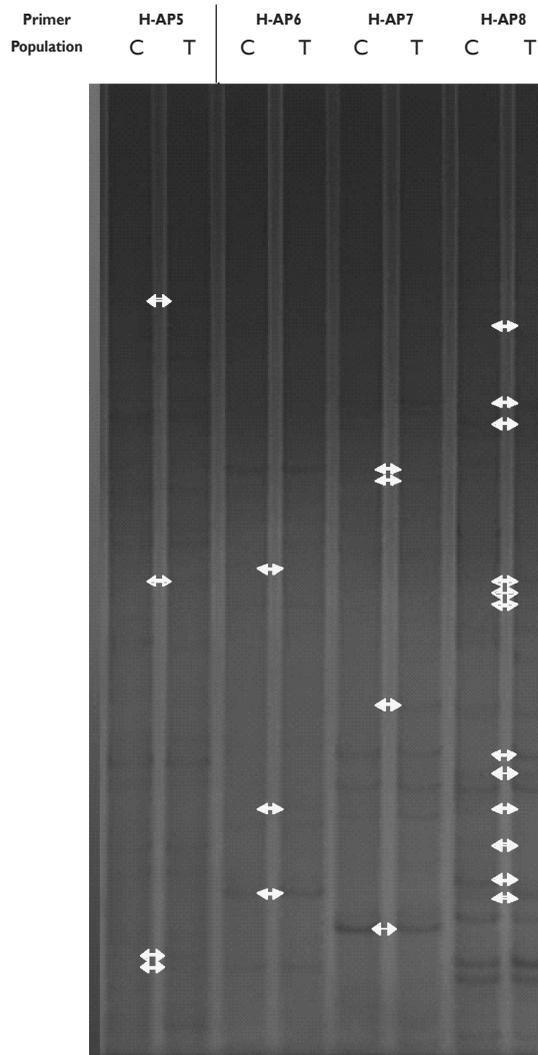


Figure 11. Polyacrylamide electrophoresis. Samples were synthesized starting from cDNA C with H-AP5, H-AP6, H-AP7, and H-AP8 primers. C = Control; T = Treatment.

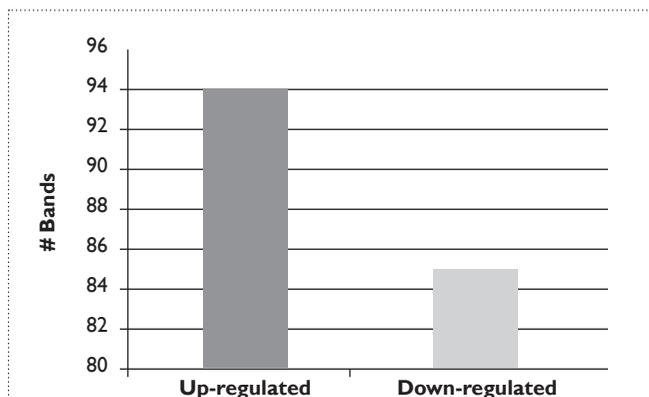


Figure 12. Comparison between number of up-regulated and down-regulated bands.

DISCUSSION

The model used for induce chronic stress on treatment rats has been proven and statistically analyzed by several researchers (Dielenberg y McGregor, 2001; Dagda, 2007). To support the model quality we registered some typical behavioral reactions as: 1) concealed, 2) general exploration, 3) head out, 4) vigilant rearing, 5) grooming, and 6) paralysis. All these parameters reflected a highly anxious general state (data not shown).

As seen in figures 6-11, a differential mRNA expression is evident between control and treatment populations. Among the 179 bands that were obviously differentially expressed: 43.57% were up-regulated, 36.31% were down-regulated, 11.17% represents “lost” bands, and 8.93% are “novo” bands.

In the other hand, we can observe that the analyzed bands range in size from 60 bp to more than 1000 bp. This fact indicates that molecular weight of transcripts is diverse and doesn't follow a pattern and probably reflects the altered expression of many genes.

Although, we can not identify transcripts and knowing that primer sequences are an aleatory combination. We should point out that most selected transcripts were synthesized by using H-T₁₁A primer (41% of total); this kind of analysis could be the starting-point to identify transcripts sequences.

In addition, we should consider the significance of differential display as an open system that allows non-identified genes discovery that are implicated in metabolism adjustment after stress phases.

CONCLUSIONS

In summary, it is strongly suggested that transcription expression of hypothalamus under emotional stress is different from control ones. Most pointed bands had an up-regulated expression. However, they should be identified to define genetic pattern during stress stages.

BIBLIOGRAPHY

- Dagda Saenzpardo, R.Y. (2008). Masters Thesis Dissertation. Transcripts for ecto-5'-nucleotidase (e5'NT) and serotonin receptor (5HTT2A) isolated from the amygdala and prefrontal cortex from rats under anxiogenic stress. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Ciudad Juárez. 68 p.
- Dielenberg, R. y McGregor. (2001). Defensive behavior in rats towards predatory odors: a review. *Neurosci Biobehav Rev.* (25): 597- 609.
- Drevets, W.C.; Price, J.L.; Bardgett, M.; Reich, T.; Todd, R.D.; Raichle, M.E. (2002). Glucose metabolism in the amygdali in depression: Relationship to diagnostic subtype and plasma cortisol levels. *Pharmacology Biochemistry and Behavior.* (71): 431- 447.
- GenHunter®Corporation. *RNAspectra™ Green Fluorescent mRNA Differential Display System.* Nashville, TN, EUA. (2008). 13 p.
- Ghashghaei, H.T.; Hilgetag, C.C.; y, Barbas, H. (2007). Sequence of information processing for emotions based on the anatomic dialogue between prefrontal cortex and amygdala. *Neuroimage.* 34(3):905-23.
- Kandel, E.; Jessell, T; y, Schwartz, J. *Essentials of neural science and behavior.* Prentice Hall. United States of America. (1995). 743 p.
- Kandel, E.; Schwartz, J.; y, Jessell, T. *Principles of neural science.* Fourth edition. McGraw- Hill. United States of America, (2000). 1414 p.
- Köks, S.; Planken, A.; Luuk, H.; y, Vasar, E. (2002). Cat odour exposure increases the expression of wolframín gene in the amygdaloid area of rat. *Neurosci Lett.* 322(2):116-120.
- Lasserson, D.; Gabriel, C.; y, Sharrack, B. *Lo esencial en sistema nervioso y sentidos especiales.* Harcourt Brace de España, S.A. Madrid, España. (1998). 244 p.
- LeDoux, J.E. (1995). Emotion: Clues from the brain. *Annu. Rev. Psychol.* 46:209-235.
- Lee, J-M.; Li, J.; Johnson, D.; Stein, T.; Kraft, A.; Calkins, M.; Jakel, R.; y, Johnson, J. (2005). Multi- organ protection by Nrf2-ARE. *FASEB J.* 19:1061- 1066.
- Martin P. (1998). Animal models sensitive to anti-anxiety agents. *Acta Psychiatr Scand.* 393: 74 -80.
- Mathews, C; van Holde, K.E; y, Ahern, K.G. *Bioquímica.* Tercera edición. Pearson Addison Wesley. Madrid, España. (2002). 1368 p.
- Mucio-Ramírez, J.S. (2007). La neuroquímica del estrés y el papel de los péptidos opioides. *Revista de Educación Bioquímica.* 26(4): 121-128.
- Paxinos, G. y Watson, C. *The Rat Brain in Stereotaxic Coordinates.* Quinta edición. Versión en CD-ROM diseñada y creada por Halasz, P. y Tsails, L. Elsevier Academic Press. (2004). 367 p.
- Radak, Z. Adaptation to exercise- induced oxidative stress. En: *Free radicals and diseases: gene expression, cellular metabolism and pathophysiology.* Editor: Grune, T. IOS Press. Holanda. (2005). 193 p.
- Rosenzweig, M. y Leiman, A. *Psicología fisiológica.* Segunda edición. McGraw- Hill. Madrid, España. (1992). 895 p.
- Zwart, G y Bok, J. *Protocol DGGE (reproducible gel with straight bands and a high resolution).* Department of Microbial Ecology. Center of Limnology. Institute of Ecology. Holanda. (2004). 6 p.

Instructions to Authors

The Editorial Board of the journal **Ciencia en la Frontera: Revista de Ciencia y Tecnología de la UACJ**, invites authors to submit manuscripts under three categories: research articles, short manuscripts (which will be short articles showing results of undergraduate thesis and written by the undergraduate students, reviewed by their advisers), and invited reviews. Manuscripts should be sent to the Editor in Chief, according to the following specifications:

1. Papers should be from original research and with scientific content.
2. Once published, articles cannot be published elsewhere in the same form, in any language, without the consent of UACJ publishers.
3. Papers may be: research articles, short manuscripts and invited reviews, belonging to the fields of natural or exact sciences (biology, life sciences, chemistry, mathematics, physics, etc). Final decisions concerning acceptability of the manuscripts will be made by the Editorial Board.
4. Papers may be written in English, Spanish or any Romance language. If a translation to Spanish is submitted, the text in original language should also be provided. Abstracts written both in Spanish and English should also be provided.
5. Originals are not sent back.
6. If the author fails to respond to the final comments of the Editorial Board of *Ciencia en la Frontera: Revista de Ciencia y Tecnología de la UACJ*, the journal can make editing changes which do not modify the original content of the article.
7. Papers should meet the following format:
 - Short and concise title, written in both English and Spanish or Romance languages.
 - A brief abstract between 40 and 150 words, which should also be written in both languages.
 - Name and nationality of authors.
 - Affiliation of authors, including highest degree and research field of all authors.
 - Author affiliations should be included as footnotes starting from number 1.
 - Ex. Ramírez, J. L.¹ y Martínez, R.²
1 Universidad de Puebla, México.
2 Universidad de Santiago Compostela, España.
 - Footnotes should be posted at the bottom left side of the page where they are mentioned.
 - Specify type of paper, i.e. Research article, Short manuscript or Invited Review.
 - Postal address of the corresponding author, which includes: telephone, fax and e-mail. Corresponding author should be highlighted with an asterisk (*) mark.
 - Manuscripts should be submitted in triplicate, printed in one side only, letter or A4 size paper, double-spaced, with margins of 3 cm.
 - A disk copy of the manuscript in Win/Word 6.0 or higher, should also be provided. Figures and tables should be sent in Excel or WinWord 97, each saved in a different file.
 - For Research articles, manuscript length should be between 10 and 30 pages, plus figures and tables. Short manuscripts should be shorter than 10 pages, plus figures and

tables.

- Figures and tables should be mentioned in the text, and numbered in arabic numbers. The software in which they were created, should be mentioned.
- Figure and table legends should be concise and understandable, and should be listed at the end of the manuscript (after references).
- Bibliographic references should be quoted in the text by writing the last name of the first author and publication year between parenthesis. References will be included at the end of the text, ordered alphabetically.
- In references for book titles, capital letters should be used only at the beginning of the title and on authors names.
- When using abbreviations, the full meaning of them should be provided, when mentioned for the first time.
- Bibliographic references should be formatted as follows:

BOOK REFERENCES:

Author's last name, name (year). "*Book title*".
City: Editorial. Total pages.

Ex:

Foucault, Michael (1984). "*Las palabras y las cosas*". México: Siglo XXI. pp. 200.

BOOK SECTION REFERENCES:

Author's last name, first name (year). "*Section title*". En: Editor's name and last name (ed.).
Book title. City: Editorial. pages.

Ex:

Levine, Frances (1991). "*Economic perspectives on the Comanchero trade*". En: Catherine A Spielmann (ed.). *Farmers, hunters and colonists*. Tucson, AZ: The University of Arizona Press. 155-169.

JOURNAL REFERENCES:

Auhor's last name, fist name(s) initial(s); other authors. (year). "Article's title". *Journal abbreviation*, volume, pages.

Sagara, Y., Fernandez-Belda, F., de Meis, L. e Inesi, G. (1992). "Characterization of the inhibition of intracellular Ca²⁺ transport ATPases by thapsigargin". *J. Biol. Chem.*, 267, 12606-12613.

Rivas-Cáceres, R. (1999). "Médanos de Samalayuca. Un urgente reclamo, una estrategia emergente". *Ciencia en la Frontera*, 1, 29-32.

Normas de publicación para los autores

El comité editorial de la revista **Ciencia en la frontera: revista de ciencia y tecnología de la UACJ**, acoge con gusto, propuestas de artículos para su publicación, bajo dos modalidades artículos de investigación y avances de investigación (artículos derivados de tesis de pregrado, escritos por los estudiantes y avalados por sus asesores). Las normas establecidas para la publicación son las siguientes:

1. Los trabajos deberán ser de *calidad científica e inéditos* avalados por un investigador de carrera.
2. Una vez publicado el artículo, los derechos de autor pasan a la UACJ.
3. Los artículos pueden ser de fondo (artículos de investigación), revisiones invitadas (actualizaciones en temas de investigación) o comunicaciones breves (avances de investigación), los cuales deberán referirse a las áreas de ciencias naturales y exactas, ajustándose al dictamen del comité editorial, el que evalúa su contenido científico de calidad y decide sobre la pertinencia de su publicación.
4. Los trabajos pueden ser enviados para su publicación en el idioma inglés, el español u otras lenguas romances. Si se envía una traducción al español, hay que adjuntar el texto también en forma original. Los artículos deberán incluir resumen en español seguido de uno en inglés (y viceversa).
5. No se devuelven los originales.
6. En caso de que el autor no responda después de haberse presentado las correcciones o dudas de su trabajo, la revista *Ciencia en la frontera: revista de ciencia y tecnología de la UACJ*, se reserva el derecho de hacer los cambios de edición sin modificar el contenido original de la obra.
7. Los trabajos deben ajustarse a los siguientes requisitos (de no cumplirse con ellos, no se considerarán para su publicación):
 - Título del trabajo, breve y conciso en inglés y español
 - Un resumen del contenido de una extensión aproximada de 40 palabras como mínimo y 150 palabras como máximo que deberá estar en inglés y español.
 - Nombre y nacionalidad del autor
 - Adscripción de todos los autores, incluyendo el máximo grado de estudios y área de especialización.
 - La institución de adscripción de los autores participantes deberá incluirse como un pie de página, comenzando con el número 1.
 - Ejem. Ramírez, J. L.¹ y Martínez, R.²
1 Universidad de Puebla, México.
2 Universidad de Santiago Compostela, España
 - Los pies de página, que denotan tanto la institución de adscripción, como ciertos tipos de notas, etc; aparecerán en el margen inferior izquierdo de la página en que sean mencionados.
 - Naturaleza del trabajo: artículo de investigación, avance de investigación, etc.
 - Dirección para correspondencia que incluya: teléfono, fax y correo electrónico. El nombre del autor al cual se dirigirá la correspondencia debe indicarse con un asterisco (*).

- Presentar 3 originales impresos en una sola cara, en papel Bond tamaño carta o A4, a doble espacio y con márgenes de 3 cm.
- Adjuntar el texto con una copia del trabajo en disquete, en formato Win/Word 6.0 en adelante, los cuadros y figuras en hoja de Excel o Win/Word 97 en adelante. Cada figura deberá estar grabada en un archivo individual.
- La extensión del trabajo deberá ser de un mínimo de 10 cuartillas de texto más las figuras, y de un máximo de 30 cuartillas más las figuras para un artículo de investigación. La extensión de los avances de investigación deberá ser de un máximo de 10 cuartillas de texto más las figuras.
- Las ilustraciones, cuadros y fotografías, deberán referirse dentro del texto, enumerándose en el orden que se cita en el mismo, e indicar el programa de cómputo en el que están elaborados.
- Los pies de figura deberán ser claros de forma que se entiendan sin necesidad de leer el texto. Estas deberán incluirse en un listado después de la bibliografía.
- Las referencias bibliográficas deben asentarse de la forma convencionalmente establecida en español, es decir, indicando estas en el cuerpo del texto con los apellidos del primer autor y año de publicación entre paréntesis, y los datos bibliográficos al final del escrito. La bibliografía se presenta al final del artículo por orden alfabético.
- Al citar los títulos de libro, se deben utilizar mayúsculas solo al inicio y en nombres propios.
- Al menos la primera vez, se deben proporcionar la equivalencia de las siglas empleadas en el texto, en la bibliografía y en los cuadros y las figuras.
- Distribuir los datos de las referencias bibliográficas de la siguiente manera:

REFERENCIA DE LIBRO:

Apellidos, nombre del autor (año). “*Título del libro*”. Lugar: Editorial. Número de páginas totales.

Ejemplo:

Foucault, Michael (1984). “*Las palabras y las cosas*”. México: Siglo XXI. Pp. 30-45.

REFERENCIA DE CAPÍTULO DE LIBRO:

Apellidos, nombre del autor (año). “*Título del capítulo*”. En: Nombre y apellido del editor (ed.). *Título del libro*. Lugar: Editorial. Páginas.

Ejemplo:

Levine, Frances (1991). “*Economic perspectives on the Comanchero trade*”. En: Catherine A Spielmann (ed.). *Farmers, hunters and colonists*. Tucson, AZ: The University of Arizona Press. 155-169.

REFERENCIA DE REVISTA:

Apellido(s) del autor, inicial(es); otros autores. (año). “Título del artículo”. *Nombre de la revista*, abreviado según el citation index o como aparezca en el artículo original, volumen, páginas.

Ejemplos:

Sagara, Y., Fernandez-Belda, F., de Meis, L. e Inesi, G. (1992). “Characterization of the inhibition of intracellular Ca²⁺ transport ATPases by thapsigargin”. *J. Biol. Chem.*, 267, 12606-12613.

Rivas-Cáceres, R. (1999). Médanos de Samalayuca. Un urgente reclamo, una estrategia emergente. *Ciencia en la Frontera*, 1, 29-32.

UACJ

La edición, diseño y producción editorial de este documento estuvo a cargo de la Dirección General de Difusión Cultural y Divulgación Científica, a través de la Subdirección de Publicaciones.