

INVESTIGACIÓN y CIENCIA

DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE AGUASCALIENTES

CIENCIAS AGROPECUARIAS, CIENCIAS NATURALES Y EXACTAS, CIENCIAS DE LA SALUD,
INGENIERÍAS Y TECNOLOGÍAS, Y CIENCIAS ECONÓMICAS, SOCIALES Y HUMANIDADES

EDICIÓN CUATRIMESTRAL AÑO 21 ENERO- ABRIL DE 2013
57
ISSN: 1665-4412



Tizón foliar de la teca en vivero causada por *Ralstonia solanacearum* Biovar 4 en Tabasco, México



Caracterización y comparación de la cultura organizacional de dos empresas manufactureras multinacionales en el estado de Aguascalientes. Estudio de caso

Diversidad de macromicetos en el municipio de San José de Gracia, Aguascalientes

Costos de cumplimiento de inocuidad de empacadoras exportadoras de limón 'Persa' en Veracruz, México

Propagación *in vitro* del laurel silvestre (*Litsea glaucescens* Kunth) y análisis de la diversidad genética de poblaciones del centro de México

La construcción de los cuerpos de las mujeres en la ficción cinematográfica

Modelación computacional de soluciones de onda viajera en una ecuación poblacional no lineal

Aspectos fundamentales de las fitasas



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE AGUASCALIENTES

DIRECCIÓN GENERAL
DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

Departamento de Apoyo
a la Investigación

INVESTIGACIÓN y CIENCIA

DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE AGUASCALIENTES

INVESTIGACIÓN Y CIENCIA DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE AGUASCALIENTES, año 21, núm. 57, enero-abril 2013, es una publicación periódica, cuatrimestral, multidisciplinaria, editada y distribuida por la Dirección General de Investigación y Posgrado de la Universidad Autónoma de Aguascalientes, Av. Universidad No. 940, Ciudad Universitaria, C.P. 20131, Aguascalientes, Ags., Tel./Fax. 449 9 10 74 42, www.uaa.mx/investigacion/revista, revistaiyc@correo.uaa.mx. Editor responsable: Rosa del Carmen Zapata. Número de Certificado de Reserva otorgado por el Instituto Nacional del Derecho de Autor: 04-2002-042412342500-102, ISSN: 1665-4412. Número de Certificado de Licitud de Título: 12284, Número de Certificado de Licitud de Contenido: 8497, ambos otorgados por la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas de la Secretaría de Gobernación. Registro Postal en SEPOMEX No. PP01-0003. Diseñada e impresa en el Departamento de Procesos Gráficos de la Universidad Autónoma de Aguascalientes, Av. Universidad No. 940, Ciudad Universitaria, C.P. 20131, Aguascalientes, Ags. Este número se terminó de imprimir el 30 de abril de 2013 con un tiraje de 1,000 ejemplares. Precio por ejemplar \$60.00 (pesos). Costo de la suscripción anual \$160.00 (pesos).

Los artículos firmados son responsabilidad de su autor y no reflejan necesariamente el criterio de la institución, a menos que se especifique lo contrario.

Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización del Instituto Nacional del Derecho de Autor.

La revista **Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes** está citada en los siguientes índices:

- **Índice de Revistas Mexicanas de Divulgación Científica y Tecnológica del CONACYT**, <http://www.conacyt.gob.mx>
- **Índice Internacional**, "Actualidad Iberoamericana" ISSN 0717-3636. Centro de Información Tecnológica-CII, La Serrana, Chile. <http://www.citchile.cl>.
- **IRESIE** (Índice de Revistas de Educación Superior e Investigación Educativa), <http://iresie.unam.mx>.
- **LATINDEX** (Sistema Regional de Información en línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal), <http://www.latindex.org>.
- **PERIÓDICA** (Índice de Revistas Latinoamericanas en Ciencias), <http://www.dgb.unam.mx/periodica.html>.
- **REDALYC** (Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal), <http://www.redalyc.org>.

BASES DE DATOS:

- **DIALNET** (Hemeroteca de artículos científicos hispanos en internet), <http://dialnet.uniroja.es>.
- **DOAJ** (Directory of Open Access Journals), <http://www.doaj.org>.
- **HELA** (Catálogo de Hemeroteca Latinoamericana), <http://www.dgb.unam.mx/hela.html>.
- **ULRICH'S** Periodicals Directory, <http://ulrichsweb.serialssolutions.com>



ÍNDICE DE REVISTAS MEXICANAS
DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA

FOTOGRAFÍAS DE PORTADA:

- Plantas de teca (*Tectona grandis*) de vivero y pruebas de patogenicidad. Plantas con tizón foliar a nivel de vivero.
- Respuesta obtenida con los tratamientos para la germinación de meristemos preexistentes con explantes obtenidos de semillas germinadas *in vitro*: (A) con 0.5 mg/L de BA. • *Astraeus hygrometricus* (Pers.) Morgan. Especie degradadora de materia orgánica.

DIRECTORIO

M. en Admón. Mario Andrade Cervantes
Rector

Dr. en C. Francisco Javier Avelar González
Secretario General

Dr. en C. Fernando Jaramillo Juárez
Director General de Investigación y Posgrado

M. en C. Gabriel Ernesto Pallás Guzmán
Decano del Centro de Ciencias Agropecuarias

M. en C. José de Jesús Ruiz Gallegos
Decano del Centro de Ciencias Básicas

M. en C. Luis Enrique Arámbula Miranda
Decano del Centro de Ciencias de la Ingeniería

Dr. Raúl Franco Díaz de León
Decano del Centro de Ciencias de la Salud

Dr. Mario Eduardo Zermeño de León
Decano del Centro de Ciencias del Diseño y de la Construcción

Dra. Ma. del Carmen Martínez Serna
Decana del Centro de Ciencias Económicas y Administrativas

M.I. José Jorge Saavedra González
Decano del Centro de Ciencias Empresariales

Dr. Daniel Eudave Muñoz
Decano del Centro de Ciencias Sociales y Humanidades

M. en C. Jorge Heliodoro García Navarro
Decano del Centro de las Artes y la Cultura

CONSEJO EDITOR DE LA REVISTA

- Dr. Francisco Cervantes Pérez
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
CENTRO DE CIENCIAS APLICADAS Y DESARROLLO TECNOLÓGICO
- Dr. Alfredo Feria Velasco
UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AMBIENTALES
- Dr. Luis Miguel García Segura
INSTITUTO CAJAL
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS,
MADRID, ESPAÑA
- Dr. Frank Marcano Requena
UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO
- Dr. Javier de Felipe Oroquieta
INSTITUTO CAJAL
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS,
MADRID, ESPAÑA
- Dr. Philippe Poujeol
UNIVERSIDAD DE NIZA-SOPHIA, ANTIPOLIS FRANCESA
LABORATORIO DE FISIOLÓGIA CELULAR Y MOLECULAR
- Dr. José Luis Reyes Sánchez
INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DE ESTUDIOS AVANZADOS
DEPTO. DE FISIOLÓGIA, BIOFÍSICA Y NEUROCIENCIAS

COMITÉ EDITORIAL

- Dr. Jaime Raúl Bonilla Barbosa
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS
CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS
- Dr. Juan Carlos A. Jáuregui Correa
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO
FACULTAD DE INGENIERÍA
- Dra. Edith R. Jiménez Huerta
UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS ECONÓMICO
ADMINISTRATIVAS
- Dra. María J. Rodríguez-Shadow
INSTITUTO NACIONAL DE ANTROPOLOGÍA E HISTORIA
DIRECCIÓN DE ETNOLOGÍA Y ANTROPOLOGÍA SOCIAL
- Dr. Óscar Alejandro Viramontes Olivas
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIHUAHUA
CENTRO DE INVESTIGACIÓN SOCIAL Y ADMINISTRATIVO
Y SUSTENTABLE
- Dra. Mineko Shibayama
CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DE ESTUDIOS AVANZADOS DEL IPN
DEPARTAMENTO DE INFECTÓMICA Y PATOGENESIS MOLECULAR

MTRA. ROSA DEL CARMEN ZAPATA
DEPARTAMENTO DE APOYO A LA INVESTIGACIÓN
• EDITOR

LIC. SANDRA MARGARITA RUIZ GUERRA
• ASISTENTE

CONTENIDO

INVESTIGACIÓN	Págs.	
CIENCIAS AGROPECUARIAS		
<ul style="list-style-type: none"> Tizón foliar de la teca en vivero causada por <i>Ralstonia solanacearum</i> Biovar 4 en Tabasco, México Silvia Edith García Díaz Omar Alejandro Pérez Vera Óscar Hernández Colula Leopold Fucikovsky-Zak† José Tulio Méndez Montiel 	5-10	
CIENCIAS NATURALES Y EXACTAS		
<ul style="list-style-type: none"> Diversidad de macromicetos en el municipio de San José de Gracia, Aguascalientes Lidia Marisela Pardavé Díaz Lizbeth Flores Pardavé Rocío del Carmen Castañeda Romo Verónica Franco Ruiz Esparza 	11-18	
<ul style="list-style-type: none"> Propagación <i>in vitro</i> del laurel silvestre (<i>Litsea glaucescens</i> Kunth) y análisis de la diversidad genética de poblaciones del centro de México Claudia Montserrat Valle Rodríguez Carlos Antonio Dávila Figueroa María de Lourdes de la Rosa Carrillo Eugenio Pérez Molphe-Balch José Francisco Morales Domínguez 	19-26	
<ul style="list-style-type: none"> Modelación computacional de soluciones de onda viajera en una ecuación poblacional no lineal Jorge Eduardo Macías Díaz 	27-31	
CIENCIAS ECONÓMICAS, SOCIALES Y HUMANIDADES		
<ul style="list-style-type: none"> Caracterización y comparación de la cultura organizacional de dos empresas manufactureras multinacionales en el estado de Aguascalientes. Estudio de caso Carlos Roberto Rodríguez Castellanos Laura Romo Rojas 	32-39	
<ul style="list-style-type: none"> Costos de cumplimiento de inocuidad de emparadoras exportadoras de limón "Persa" en Veracruz, México Jorge Aguilar Ávila Alejandro Vaquero Vera Gustavo Almaguer Vargas Juan Antonio Leos Rodríguez Belem Avendaño Ruiz 	40-48	
<ul style="list-style-type: none"> La construcción de los cuerpos de las mujeres en la ficción cinematográfica Lilia Campos Rodríguez María J. Rodríguez Shadow 	49-57	
ARTÍCULO DE REVISIÓN		
<ul style="list-style-type: none"> Aspectos fundamentales de las fitasas Alberto Antonio Neira Vielma Erika Nava Reyna Anna Iliná Georgina Michelena Álvarez José Gerardo Gaona Lozano José Luis Martínez Hernández 	58-63	

Tizón foliar de la teca en vivero causada por *Ralstonia solanacearum* Biovar 4 en Tabasco, México

Leaf blight of the teak in nursery caused by *Ralstonia solanacearum* Biovar 4 in Tabasco, Mexico

Silvia Edith García Díaz,¹ Omar Alejandro Pérez Vera,²
Oscar Hernández Colula,¹ Leopold Fucikovsky-Zak †,³ José Tulio Méndez Montiel¹

García Díaz, S.E.; Pérez Vera, O.A.; Hernández Colula, O.; Fucikovsky-Zak, L.; Méndez Montiel, J.T., Tizón foliar de la teca en vivero causada por *Ralstonia solanacearum* Biovar 4 en Tabasco, México. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*. 57, 5-10, 2013.

RESUMEN

La teca (*Tectona grandis*) se utiliza en plantaciones comerciales por su rápido crecimiento y la alta calidad de su madera. En Huimanguillo, Tabasco, México, en 2009, se detectó una enfermedad en plantas de teca que provocó daños estimados de 30% de los viveros con dicha especie. Los síntomas característicos de esta enfermedad son marchitez y atizonamiento del follaje. De hojas se aisló una bacteria, se purificó y se inoculó en la planta de teca de cinco meses de edad; hubo marchitez, necrosis en follaje en 50% de la lámina foliar, necrosis en tallo y muerte de la planta. De acuerdo con la identificación morfológica, fisiológica, bioquímica y molecular, se determinó que el agente causal de dicha enfermedad es *Ralstonia solanacearum* biovar 4.

ABSTRACT

Teak (*Tectona grandis*) has been used for commercial plantations in Mexico due to its

Palabras clave: bacteria, biovar, PCR, pruebas de patogenicidad, *Tectona grandis*, vivero.

Keywords: bacteria, biovar, PCR, pathogenicity tests, *Tectona grandis*, nursery.

Recibido: 2 de Julio de 2012, aceptado: 29 de Noviembre de 2012

¹ División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Chapingo.

² División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Chapingo, oalejandroversa11@gmail.com.

³ Instituto de Fitosanidad, Colegio de Posgraduados.

fast growth and high wood quality. In 2009 Teak plantations in Huimanguillo (State of Tabasco) showed a new disease affecting 30 % of planted trees. Main symptoms included wilting and leaf blight. A bacterial strain was isolated from leaves. It is inoculated in seedlings teak of five months with the bacterial strain. The inoculated seedlings developed wilting, necrosis in the leaf surface, stem and plant death. Morphological, physiological, biochemical and molecular studies made on the bacterial strain led to its identification as *Ralstonia solanacearum* biovar 4.

INTRODUCCIÓN

La teca (*Tectona grandis* L. f.) es la especie forestal más utilizada en zonas tropicales para plantaciones forestales comerciales en México, por su rápido crecimiento, la alta calidad de la madera y su resistencia al ataque de hongos e insectos (Chávez y Fonseca, 1991). En 2007, se destinó a la teca una superficie de 34,700 ha, distribuida en los estados de Campeche, Chiapas, Nayarit, Tabasco y Veracruz (CONAFOR, 2010), con un continuo crecimiento cada año. Los patógenos que causan daño en la teca se han reportado en la India, el Lejano Oriente, África y en plantaciones de América (Weaver, 1993). Arguedas (2007 a, b) y Flores *et al.* (2010) mencionan que los patógenos de la teca reportados en América central afectan diferentes partes del árbol. En brotes jóvenes y follaje se han detectado a *Cercospora rangita*, *Cochliobolus* sp., *Nigrospora* sp., *Olivea tectonae*, *Pestalotiopsis* sp., *Phomopsis* sp., y *Pseudoepicocum* sp. A nivel de tallo, se encuentran a *Agrobacterium tumefaciens*, *Erwi-*

nia sp., *Botryodiplodia* sp., *Botryosphaeria* sp., *Ceratocystis* sp., *Corticium salmonicolor*, *Dothiorella* sp., *Fusarium* sp., *Macrophomina* sp., *Nectria nauritiicola* y *Phomopsis* sp. En raíces se reportan a *Cylindrocladium* sp., *Dematophora* sp., *Fusarium oxysporum*, *Fusarium* spp. y *Phytophthora* spp. Los daños que ocasionan en México estos patógenos en las diferentes etapas de desarrollo de la planta no se conocen, por ser la teca una especie recién introducida. En el sur del país, en la parte tropical, se presentó una enfermedad en plantas de teca de ocho meses de edad que causó marchitamiento y necrosamiento del follaje, lo que ocasionó una pérdida de 30 a 50% de la producción en vivero, (comunicación personal, Leopold Fucikvosky Zak, 2011). Un daño similar se asoció en Costa Rica con la bacteria del género *Ralstonia*, en plantas jóvenes de teca (Arguedas, 2007a). Para México se reporta la bacteria en clones de *Eucalyptus urophylla*, en viveros forestales de Tabasco (Méndez *et al.*, 2010). El género *Ralstonia* comprende varias especies de importancia agrícola que causan la marchitez de las solanáceas, en regiones tropicales, subtropicales y cálidas (Rodríguez, 2010). Por ser la teca una especie utilizada en plantaciones comerciales en nuestro país y no se ha reconocido al patógeno que causa dicha marchitez, el presente trabajo tiene como objetivo identificar el agente causal del tizón foliar de la teca en vivero, en Huimanguillo, Tabasco.

MATERIALES Y MÉTODOS

Colecta y aislamiento de la bacteria

Se muestrearon plantas de teca en camas de crecimiento y se seleccionaron aquellas que manifestaron marchitez y atizonamiento en follaje. Se realizaron cortes de tejido enfermo y se desinfectaron con hipoclorito de sodio a 2%, mismas que fueron colocadas en tubos de ensaye con 10 ml de agua estéril y se sembraron por estría cruzada en medio PDA y B de King (BK), las cuales se incubaron a 28 °C durante 48 h. Las colonias de bacterias se purificaron y se conservaron en tubos de ensaye con agua a 4 °C.

Caracterización e identificación del patógeno

La bacteria se identificó por sus características morfológicas, así como por pruebas fisiológicas y bioquímicas, de acuerdo con el protocolo de Schaad *et al.* (2001) y Rodríguez (2006). El biovar se deter-

minó con base en la producción de ácidos a partir de los disacáridos, como lactosa, maltosa y D (+) celobiosa, y la oxidación de los alcoholes, como manitol, sorbitol y dulcitol.

Pruebas de patogenicidad

Se utilizó una colonia bacteriana de 48 h de crecimiento que se inoculó por el método de punción. Éste consistió en tomar, con un palillo de madera estéril (50 x 5 mm) masa bacteriana e insertarla en la axila de la hoja en 10 plantas de teca con cinco meses de edad. Se dejaron dos plantas como testigos que se trataron de la misma forma, pero usando agua destilada estéril. Todas las plantas inoculadas se mantuvieron en cámara húmeda durante 24 h (90 HR y 26 °C), y luego se transfirieron a un invernadero. Se realizaron observaciones diariamente por un período de 70 d.

Análisis mediante la reacción en cadena de la polimerasa (PCR)

El ADN se extrajo con el protocolo AP (Sambrook y Russell, 2001) de la cepa bacteriana (TG1) de 48 h de crecimiento aislada de hoja. La calidad se evaluó en un gel de agarosa a 1% (Promega, EUA) y se cuantificó con un espectrofotómetro Nanodrop 1000 (Thermo scientific). La amplificación de la reacción del ADN se preparó con un volumen final de 25 mL que contenía 1X Taq buffer ADN polimerasa, 200 mM dNTPs, 10 ng ADN, 0.2 mM de cada iniciador (FD1/5'-AGAGTTTGATCCTGGCT-CAG-3' y RD1/5'-AAGGAGGTGATCCAGCC-3'), 1.5 mM MgCl₂ y 2U Go Taq polimerasa ADN (Promega, EUA). La amplificación se llevó a cabo con una desnaturalización inicial a 97 °C por 3 min., seguido por 30 ciclos de desnaturalización con 94 °C durante 1 min., 55 °C por 30 seg. y 72 °C por 1 min. Finalmente; un ciclo de extensión final de 72 °C durante 7 min. (Rodríguez *et al.*, 2003). Todas las reacciones de PCR se llevaron a cabo en un termociclador Multigene Gradient (Mod. TC9600-9); los productos de PCR de bacterias se verificaron por electroforesis en gel de agarosa a 1% y se tiñeron con bromuro de etidio; la banda se visualizó en un sistema de fotodocumentación (Gel Logic 200, Kodak). El producto tuvo una secuencia en ambas direcciones y se envió a Macrogen (Gasan-dong, Seoul, Korea). Éstas se compararon con las reportadas en la base de datos del banco de genes del NCBI (National Center for Biotechnology Information, www.ncbi.nih.gov).

RESULTADOS

Síntomas, aislamiento e identificación

Los síntomas observados en el vivero fueron un marchitamiento con un cambio de coloración de verde amarillento a amarillento en el follaje; con presencia de manchas café claro que coalescen, mismas que se tornaron de color café marrón provocando la caída de hojas (figura 1a). En el tallo hubo desprendimiento de la corteza, con presencia de lesiones hundidas, húmedas y de color café claro a oscuro. Además, se observó pérdida de turgencia en los tejidos, probablemente por los polisacáridos producidos por la bacteria que provocan el bloqueo del transporte del agua y causan una decoloración del xilema. En las muestras colectadas de follaje se obtuvieron, en forma persistente, colonias de bacterias blanco fluida con ligera elevación y contorno entero al principio y después deslizándose. La bacteria creció a 28 °C en medio BK y más lentamente en medio PDA. Además, esta bacteria es positiva en la reacción de hipersensibilidad en tabaco, negativa en la tinción de Gram y fluorescente en BK y produce inclusiones de beta-hidroxibutirato, es oxidasa positiva, reduce nitratos a nitritos; y es negativa para dihidrolasa de arginina. Con base en la morfología, fisiología y características bioquímicas, el aislamiento fue identificado como *Ralstonia solanacearum*.

nacearum. Esta bacteria no produjo ácido a partir de lactosa, maltosa y celobiosa y sí utilizó manitol, sorbitol y dulcitol, con lo cual se determinó que pertenece al biovar 4 (tabla 1).

Pruebas de patogenicidad

Las plantas de teca inoculadas con la bacteria, mostraron síntomas similares a los observados en el vivero. Los síntomas de marchitamiento iniciaron a los cinco días después de la inoculación (ddi) y presentaron un amarillamiento en el margen y parte apical de la hoja con manchas pequeñas de color marrón claro a los ocho ddi. Estas lesiones coalescieron, se tornaron necróticas y cubrieron 50% de la lámina foliar a los 20 ddi (Figura 1b). A los 38 ddi hubo caída de hojas y necrosis del tallo y la muerte de la planta a los 70 ddi. En tanto, las plantas inoculadas con agua destilada (testigo) se mantuvieron sanas. Para completar los postulados de Koch se realizaron aislamientos de la zona infectada, y se obtuvieron colonias bacterianas de las mismas características que la inoculada inicialmente.

Análisis mediante la reacción en cadena de la polimerasa (PCR)

La cepa TG1 tuvo un fragmento de aproximadamente 1,600 pb (pares de bases) cuando se amplificó por PCR con los iniciadores universales

Tabla 1. Características fisiológicas y bioquímicas de *Ralstonia solanacearum* aislada de hojas de teca (*Tectona grandis*) procedente de Tabasco, México

Prueba	TG1	Schaad <i>et al.</i> (2001)
Hipersensibilidad en tabaco	+	NR
Oxidasa	+	+
Tinción de Gram	-	-
Crecimiento a 41 °C	-	-
Reducción de NO ₃ a NO ₂	+	+
Gránulos de poli-β-Hidroxybutirato	+	+
Tolerante a NaCl a 2%	-	-
Hidrolasa de arginina	-	-
Hidrólisis de almidón	-	-
Licuefacción de gelatina	-	-
Oxidación de:		
Lactosa	-	-
Maltosa	-	-
D (+) celobiosa	-	-
Utilización de:		
Manitol	+	+
Sorbitol	+	+
Dulcitol	+	+

TG1: Cepa bacteriana de *Ralstonia solanacearum*; + = reacción positiva, - = reacción negativa, NR = no reporta.

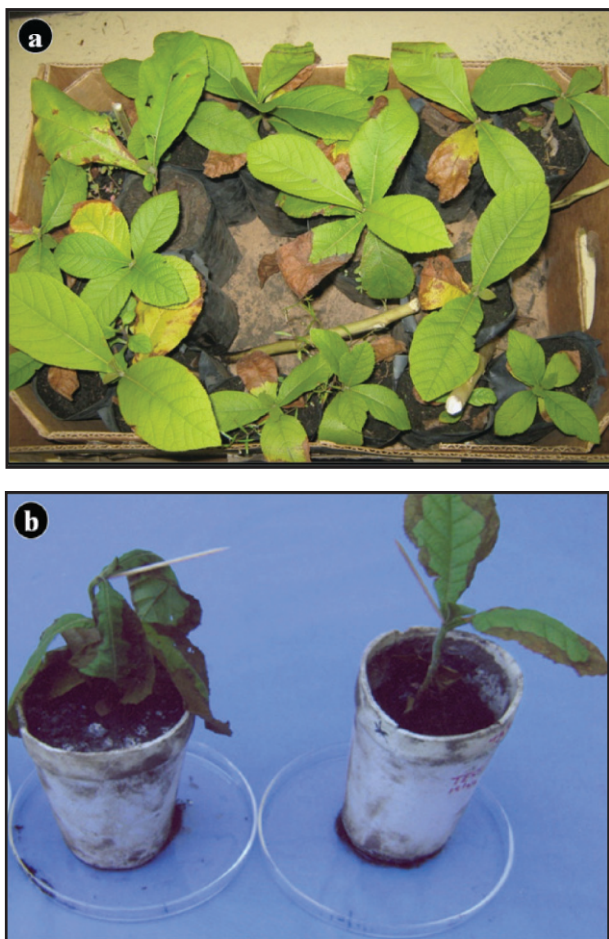


Figura 1. Plantas de teca (*Tectona grandis*) de vivero y pruebas de patogenicidad. a) Plantas con tizón foliar a nivel de vivero. b) Plantas inoculadas por punción con presencia de marchitamiento y necrosis en el margen de la lámina foliar.

FD1 y RD1. La secuencia de TG1 de *Ralstonia solanacearum* (número de acceso en el GenBank JN585828) se alineó con secuencias de esta misma especie, depositadas en el Banco de Genes del NCBI, con una similaridad de 100%.

DISCUSIÓN

En este estudio se reporta por primera vez el tizón foliar en plantas jóvenes de teca en Tabasco. La cepa se identificó como *Ralstonia solanacearum*, coincidiendo con lo reportado por Gómez (2005); Schaad *et al.* (2001) y Rodríguez (2010), quienes la identifican con base en las características morfológicas, fisiológicas y bioquímicas. Se observó que *R. solanacearum* no utilizó lactosa, maltosa y celobiosa, pero si manitol, sorbitol y

dulcitol, con lo cual se determinó que pertenece al biovar 4 coincidiendo con Schaad *et al.* (2001), quienes utilizaron estas fuentes de carbono para separar biovars. Este biovar ha sido reportado en un amplio rango de hospedantes de importancia agrícola en Asia (Schaad *et al.*, 2001; Allen *et al.*, 2005). Se confirmó la identidad de la bacteria por la caracterización molecular con la técnica de PCR con los oligonucleótidos universales FD1 y RD1, que amplifican el gen ADNr 16s (Rodríguez *et al.*, 2003). Además, se han reportado los oligonucleótidos 759/780 que amplifican el gen *lpxC* (Perea *et al.*, 2011), y OLI1/Y2, que amplían parte del 16S ADNr (Seal *et al.*, 1999) para la identificación de esta bacteria. Fouché *et al.* (2006) mencionan la PCR-RFLP para la identificación de *R. solanacearum* biovar 3 que causa marchitamientos vasculares en *E. grandis* x *E. camaldulensi* en Sudáfrica y Uganda. Además, existen otros métodos, como Rep-PCR, RAPD, AFLP y SDS-PAGE para la identificación de variabilidad genética de *R. solanacearum* (Chavarro y Ángel, 2006). Recientemente, el género *Ralstonia* se clasificó en el grupo II de homología de ARNr, donde reubicaron a *R. solanacearum*, *R. pickettii* y *R. eutropha* (*Alcaligenes eutrophus*), y las *Pseudomonas* fluorescentes se ubicaron en el grupo I de homología de ARNr de homología de ARNr con base en secuencias de nucleótidos del gen 16S ARNr, hibridación de ARNr-DNA y lípidos celulares (Yabuuchi *et al.*, 1995; Schaad *et al.*, 2001).

Las pruebas de patogenicidad en plantas de tabaco y teca, evidenciaron la patogenicidad de la bacteria, cumpliéndose los postulados de Koch. En tabaco la reacción de hipersensibilidad fue positiva coincidiendo con lo reportado por Coutinho *et al.* (2000), quienes reportan síntomas de necrosis en hoja y marchitamiento de la planta a los tres ddi con *R. solanacearum*. En teca hubo síntomas de marchitamiento vascular, presencia de manchas necróticas a los ocho ddi, que coalescieron y provocaron la caída de hojas y muerte de la planta a los 70 ddi. Síntomas similares fueron observados por Weaver (1993) en vivero y plantaciones jóvenes de *Tectona grandis* en India, Indonesia, Malasia y Sumatra. En *Eucalyptus* sp. se ha reportado el biovar 1 y 3 (Coutinho *et al.*, 2000; Alfenas *et al.*, 2006; Fouché *et al.*, 2006). El biovar 3, induce síntomas de marchitamiento a los tres ddi y muerte de la planta a los 14 ddi en plantas en clones de *Eucalyptus grandis* x *E. camaldulensi* (Coutinho *et al.*, 2000).

CONCLUSIONES

La bacteria causante del tizón foliar en teca, se identificó como *Ralstonia solanacearum* de acuerdo con las pruebas fisiológicas, bioquímicas y moleculares. De acuerdo con la utilización de diferentes fuentes de carbono, la cepa estudiada pertenece al biovar 4. La *R. solanacearum* fue patógena en plantas de tabaco y teca. Este es el primer reporte de esta enfermedad en viveros forestales de teca en México.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la empresa MADPREVER S.A. de C. V. y al M. C. Javier Arcos Roa, por su disponibilidad y apoyo. Para ello se contó con recursos económicos provenientes del proyecto del Fondo Sectorial para la Investigación y Desarrollo y la Innovación Tecnológica Forestal, CONAFOR-CONACYT 148206, "Diagnóstico y alternativas para la prevención, control y manejo de diversas plagas y enfermedades que afectan las plantaciones forestales comerciales".

LITERATURA CITADA

- ALFENAS, A.C.; MAFIA, R.G.; SARTÓRIO, R.C.; BINOTI, D.H.B.; SILVA, R.R.; LAU, D.; VANETTI, C.A., *Ralstonia solanacearum* em viveiros clonais de eucalipto no Brasil. *Fitopatologia Brasileira*, 31: 357-366, 2006.
- ALLEN, C.; PRIOR, P.; HAYWARD, A.C., *Bacterial wilt disease and the Ralstonia solanacearum species complex*. The American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota, USA. 510 p., 2005.
- CHÁVES, E.; FONSECA, W., *Teca (Tectona grandis) especie de árbol de uso múltiple en América Central*. Turrialba, Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). 54 p., 1991.
- COUTINHO, T.A.; ROUX, J.; RIEDEL, K.H.; TERBLANCHE, J.; WINGFIELD, M.J., First report of bacterial wilt caused by *Ralstonia solanacearum* on eucalypts in South Africa. *Forest Pathology*, 30: 205-210, 2000.
- FOUCHE, W.J.; POUSSIER, S.; TRIGALET, D.D.; BERGER, D.; COUTINHO, T.A., Molecular identification of some African strains of *Ralstonia solanacearum* from eucalypt and potato. *Journal of General Plant Pathology*, 72: 369-373, 2006.
- MÉNDEZ, M.J.T.; GARCÍA, D.S.E.; DON JUAN M.B.; ÁNGEL, A.L., *Diagnóstico fitosanitario en plantaciones forestales comerciales en las Choapas, Veracruz y Huimanguillo, Tabasco*. Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) y Universidad Autónoma Chapingo (UACH), México, 97 p., 2010.
- PEREA, S.J.M.; GARCÍA, E.R.S.; ALLENDE, M.R.; CARRILLO, F.J.A.; LEÓN, F. J.; VALDEZ, T.B.; LÓPEZ, S.F.S.M., Identificación de Razas y Biovars de *Ralstonia solanacearum* Aisladas de Plantas de Tomate. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 29: 98-108, 2011.
- RODRÍGUES, J.L.M.; GÓMES, J.E.; LÓPEZ, J.R.S.; TSAI, S.M., Detection and diversity assessment of *Xylella fastidiosa* in field-collected plant and insect samples by using 16S rRNA and gyrB sequences. *Applied and Environmental Microbiology*, 69: 4249-4255, 2003.
- RODRÍGUEZ M.M.L., *Manual para la identificación de bacterias fitopatógenas*. México: Universidad Autónoma Chapingo (Parasitología Agrícola), 146 p., 2006.
- RODRÍGUEZ, M.M.L., *Enfermedades bacterianas en hortalizas*. México: Universidad Autónoma Chapingo, 2010.
- SAMBROOK, J.; RUSSELL, D.W., *Molecular cloning. A laboratory manual*. USA; third edition. 1:1.32-1.34. Cold Spring Harbour Laboratory Press, 2001.
- SCHAAD, N.W.; JONES, J.B.; CHUN, W., *Laboratory guide for identification of plant pathogenic bacteria* 3rd edition. USA: The American Phytopathological Society, 373 p., 2001.
- SEAL, S.; TAGHAVI, M.; FEGAN, N.; HAYWARD, A.; FEGAN, M., Determination of *Ralstonia solanacearum* rDNA subgroups by PCR test. *Plant Pathology*, 48: 115-120, 1999.
- WEAVER, P.L., *Tectona grandis L.f. Teak*. SO-ITF-SM-64. USA: Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station, 18 p., 1993.
- YABUUCHI, E.; YANO, I.; HOTTA, H.; HISHIUCHI, Y., Transfer of two *Burkholderia* and an *Alcaligenes* species to *Ralstonia* gen. nov.: proposal of *Ralstonia pickettii* (Ralston, Pleroni and Douderoff 1973) comb. nov., *Ralstonia solanacearum* (Smith 1896) comb. nov. and *Ralstonia eutropha* (Davis 1969) comb. nov. *Microbiology and Immunology*, 39: 897-904, 1995.

Dictiotipografía

- ARGUEDAS, M., Clasificación de síntomas de enfermedades forestales. Primera parte. *Kúru: Revista Forestal (Costa Rica)*, 5: 1-6, 2007a. Disponible en: www.tec.cr/sitios/Docencia/forestal/Revista_Kuru/antiores/antrior15/pdf/solucion%206.pdf.
- ARGUEDAS, M., Plagas y enfermedades forestales en Costa Rica. *Kúru: Revista Forestal (Costa Rica)*, 4: 1-77, 2007b. Disponible en: www.tec.cr/sitios/Docencia/forestal/Revista_Kuru/antiores/antrior11/pdf/Arguedas%2012%20ago%2008.pdf.
- CHAVARRO, M.E.; ÁNGEL, D.J.E., Establecimiento de un sistema diagnóstico para la detección de *Ralstonia solanacearum* y diferenciación genética utilizando marcadores moleculares RAPD. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 8 (1): 14-31, 2006. Disponible en: www.dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2351474.
- CONAFOR. Programa ProÁrbol. Zapopan, Jalisco, México. 2010. Disponible en: www.conafor.gob.mx.
- FLORES, V.T.; CRESPO, G.R.; CABEZAS, G.F., Plagas y enfermedades (*Tectona grandis* l.f.) en la zona de Balzar, provincia del Guayas. *Ciencia y Tecnología*, 3: 15-22, 2010. Disponible en: www.uteq.edu.ec/revistacyt/publico/archivos/C1_3n12010.pdf.
- GÓMEZ, C.A.E., ÁLVAREZ, E.; LLANO, G., Identificación y caracterización de cepas de *Ralstonia solanacearum* raza 2, agente causante del moko de plátano en Colombia. *Fitopatología Colombiana*, 28 (2): 71-75. 2005. Disponible en: www.ciat-library.ciat.cgiar.org/articulos_ciat/cepas_ralstonia_moko%20_2.pdf.

Diversidad de macromicetos en el municipio de San José de Gracia, Aguascalientes

Macromycetes diversity in San Jose de Gracia, Aguascalientes

Lidia Marisela Pardavé Díaz,¹ Lizbeth Flores Pardavé,²
Rocío del Carmen Castañeda Romo,² Verónica Franco Ruiz Esparza²

Pardavé Díaz, L. M.; Flores Pardavé, L.; Castañeda Romo, R. C.; Franco Ruiz Esparza, V., Diversidad de macromicetos en el municipio de San José de Gracia, Aguascalientes. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*. 57, 11-18, 2013.

RESUMEN

Se presenta un estudio basado en el análisis de 311 especies correspondientes a las subdivisiones Ascomycotina y Basidiomycotina. *Stereum hirsutum*, *Astraeus hygrometricus* y *Russula emetica*, fueron las más ampliamente distribuidas, mientras que las familias con mayor representatividad fueron la Tricholomataceae y la Polyporaceae. La mayor riqueza de especies se concentra en los bosques de encino. *Amanita muscaria*, *Boletus edulis*, *Morchella angusticeps* y *M. costata*, se incluyen como especies amenazadas mientras que *Psilocybe caerulipes* está sujeta a protección especial, según la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-ECOL-2010).

ABSTRACT

This study was based on the analysis of 311 species for the subdivisions Ascomycotina and Basidiomycotina. *Stereum hirsutum*, *Astraeus*

Palabras clave: San José de Gracia, Aguascalientes, diversidad, macromicetos.

Keywords: San José de Gracia, Aguascalientes, diversity, macromycetes.

Recibido: 24 de Septiembre de 2012, aceptado: 16 de Noviembre de 2012

¹ Departamento de Biología, Centro de Ciencias Básicas, Universidad Autónoma de Aguascalientes, lpardave@correo.uaa.mx.

² Departamento de Biología, Centro de Ciencias Básicas, Universidad Autónoma de Aguascalientes.

hygrometricus and *Russula emetica* were the species widely distributed. Tricholomataceae and Polyporaceae were the best represented. Most species were collected in oak forests. *Amanita muscaria*, *Boletus edulis*, *Morchella angusticeps* and *M. costata* are considered as threatened species while, *Psilocybe caerulipes* is subject to special protection by official regulations (NOM-059-ECOL-2010).

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial han sido descritas aproximadamente 100 mil especies de hongos, comprendiendo tanto formas microscópicas como macroscópicas (Herrera y Ulloa, 1990). En México se conocen más de 6,000, correspondiendo 2,000 a micromicetos y a 4,000 macromicetos, incluyendo en estos últimos los líquenes y los mixomicetos (Guzmán, 1995).

En los bosques podemos encontrar una gran variedad de hongos comestibles silvestres, entre las que destacan: *Ustilago maydis*, *Boletus edulis* y *Amanita caesarea*, considerados de excelente sabor (Pardavé et al., 2008). También se encuentran hongos micorrícicos, como *Boletus erythropus* asociados con las raíces de las plantas superiores y otros como *Daldinea concentrica* que destruyen la madera caída, cortada o pueden atacar diferentes especies de árboles causando graves pérdidas económicas (Pardavé, 1993; Ruiz, 1999). Entre los hongos medicinales se encuentra a *Ganoderma lucidum* reportado con varios usos terapéuticos, como eliminar la acumulación de

colesterol y promover la circulación sanguínea (Hobbs, 1995).

Ciertas especies, como *Coprinus disseminatus* y *Coprinus lagopus*, influyen en el mantenimiento de los bosques, ya que son degradadoras de materia orgánica e intervienen en los ciclos biogeoquímicos de varios macro y microelementos (Garza *et al.*, 1985; Zarco, 1986). Algunos hongos, como *Amanita muscaria* y *Amanita flavoconia*, presentan propiedades tóxicas y alucinógenas (Pérez y Herrera, 1991). Las intoxicaciones producidas por la ingestión de hongos producen un conjunto de síntomas que varían según la persona y la especie del hongo ingerido (Guzmán, 1986; Gerhardt *et al.*, 2000).

El municipio de San José de Gracia es importante para el estado de Aguascalientes porque dentro de él se ubica la Sierra Fría, localidad de gran interés por su riqueza biótica y la estación biológica "Agua Zarca", zona propuesta como sujeta a conservación en el año de 1994. Asimismo, se han realizado trabajos sobre las especies de macromicetos que tienen importancia económica y ecológica en el estado, pero todavía

falta información sobre la diversidad de este grupo en dicho municipio.

Respecto a los estudios realizados anteriormente, es importante mencionar el de "Macromicetos de Sierra Fría", elaborado en 1993, en el cual se identificaron 95 especies en esta área protegida (Pardavé, 1993).

MATERIALES Y MÉTODOS

El material biológico para este estudio incluyó los ejemplares provenientes de San José de Gracia que se encuentran depositados en la Colección Micológica "Dr. Teófilo Herrera Suárez" (MUAA), desde 1979 a 2012.

Todos los especímenes recolectados se fumigaron y se secaron a una temperatura de 35 a 37 °C, posteriormente se etiquetaron y guardaron en cajas de cartón con sus respectivos datos de campo.

La identificación se llevó a cabo mediante el uso de claves taxonómicas: Guzmán (1977); Cetto (1979); Cetto (1980a, 1980b); Gerhardt *et al.* (2000); Iñiguez *et al.* (2006); Velázquez *et al.* (2006), entre otros.

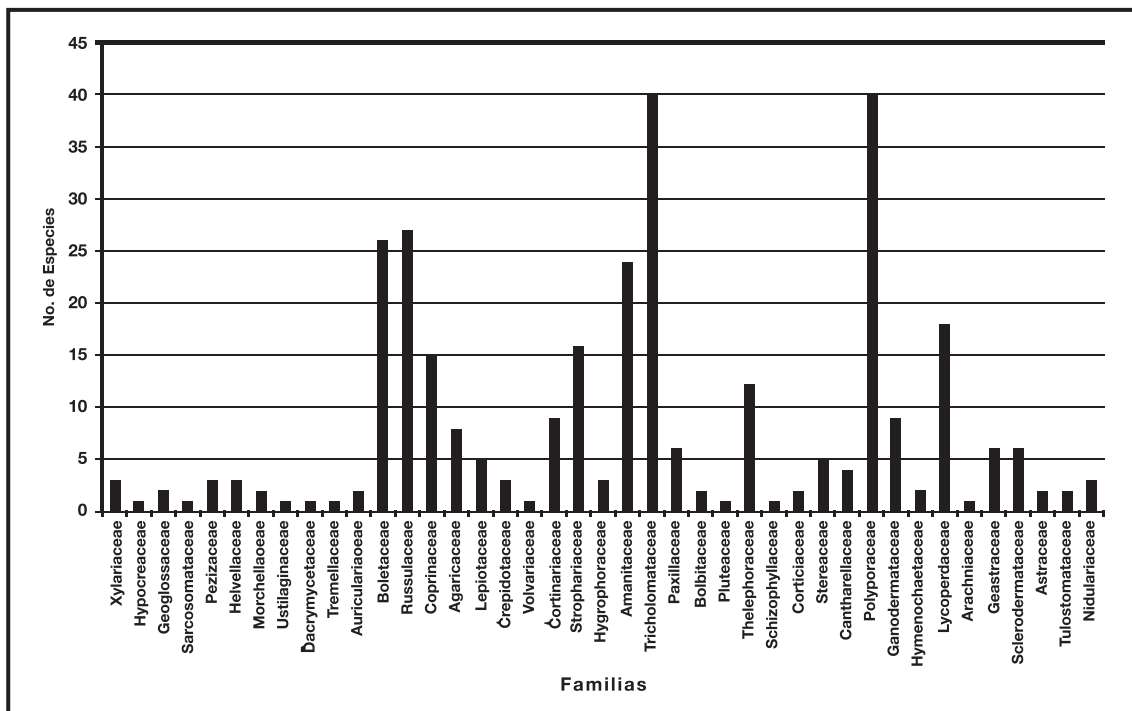


Figura 1. Especies de macromicetos recolectadas para cada familia en el municipio de San José de Gracia, Aguascalientes.

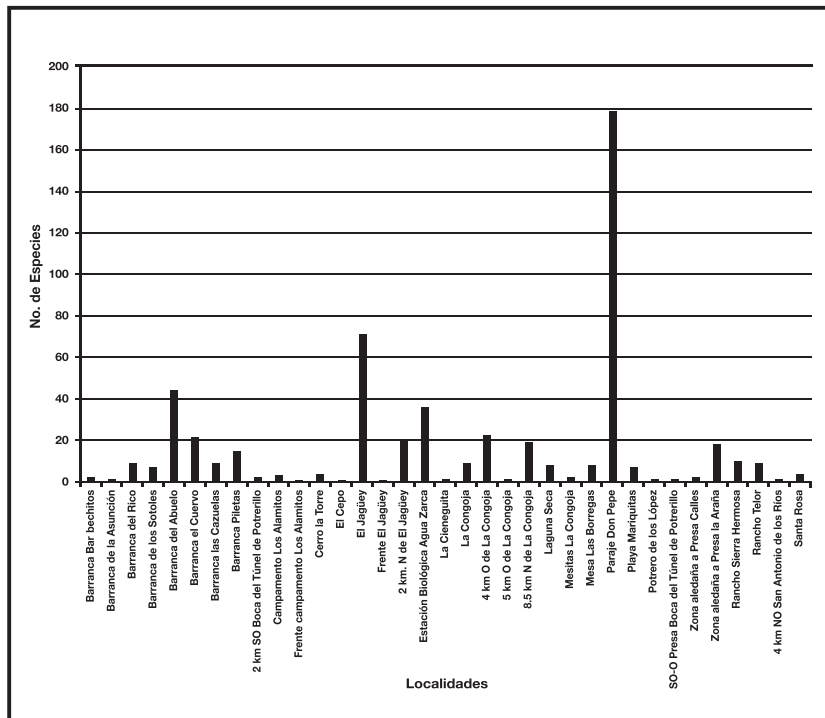


Figura 2. Especies de macromicetos encontradas en el municipio de San José de Gracia, Aguascalientes.

RESULTADOS

Se identificaron 311 especies en las localidades del municipio de San José de Gracia, encontrando representantes de la subdivisión Ascomycotina y Basidiomycotina.

De las especies de la subdivisión Ascomycotina, tres pertenecen a la familia Xylariaceae del orden Xylariales; uno a la Hypocreaceae del orden Hypocreales; dos a la Geoglossaceae del orden Helotiales; uno a la familia Sarcosomataceae, tres a la Pezizaceae, tres a la Helvellaceae y dos a la familia Morchellaceae; éstas pertenecientes al orden Pezizales.

De la subdivisión Basidiomycotina, se identificó una especie de la familia Ustilaginaceae del orden Ustilaginales; una de la familia Dacrymycetaceae; una de la Tremellaceae y dos de la Auriculariaceae del orden Tremellales; 26 de la familia Boletaceae, 27 de la Russulaceae, 15 de la Coprinaceae, ocho de la Agaricaceae, cinco de la Lepiotaceae, tres de la Crepidotaceae, una de la Volvariaceae, nueve de la Cortinariaceae, 16 de la Strophariaceae, tres de la Hygrophoraceae, 24 de la Amanitaceae, 40 de la Tricholomataceae, seis de la Paxillaceae, dos de la Bolbitaceae y una de

la Pluteaceae del orden Agaricales; 13 de la Thelephoraceae, una de la Schizophyllaceae, dos de la Corticiaceae, cinco de la Stereaceae, cuatro de la Cantharellaceae, 30 de la Polyporaceae, nueve de la Ganodermataceae y dos de la Hymenochaetaceae del orden Polyporales; una de la Hymenogastraceae del orden Hymenogastrales; 18 de la Lycoperdaceae, una de la Arachniaceae y seis de la Geastraceae del orden Lycoperdales; seis de la Sclerodermataceae y dos de la Astraceae del orden Sclerodermatales; dos de la Tulostomataceae del orden Tulostomatales y tres de la familia Nidulariaceae del orden Nidulariales.

Las familias que presentaron mayor número de especies fueron la Tricholomataceae y la Polyporaceae con 40 y 30, respectivamente, ambas de la subdivisión Basidiomycotina (figura 1). Las localidades con mayor número de especies fueron: Paraje Don Pepe y El Jagüey (figura 2).

De las especies identificadas, una corresponde a hongos medicinales, seis alucinógenos, 19 destructores de madera, 22 micorrízicos, 43 venenosos, 97 comestibles y 117 especies no comestibles (figura 3).

Las especies más frecuentes en el municipio fueron: *Daldinia concentrica*, *Russula emetica*, *R. mexicana*, *Stropharia semiglobata*, *Amanita caesarea*, *Lentinus cubensis*, *Stereum hirsutum*, *Polyporus arcularius*, *Lycoperdon candidum*, *L. umbrinum* y *Astraeus hygrometricus* (figuras 4-8).

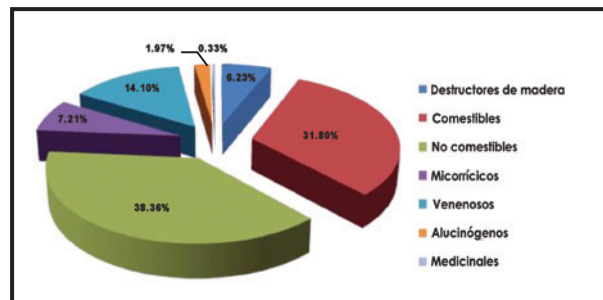


Figura 3. Usos y propiedades de las especies fúngicas recolectadas en el municipio de San José de Gracia, Aguascalientes.

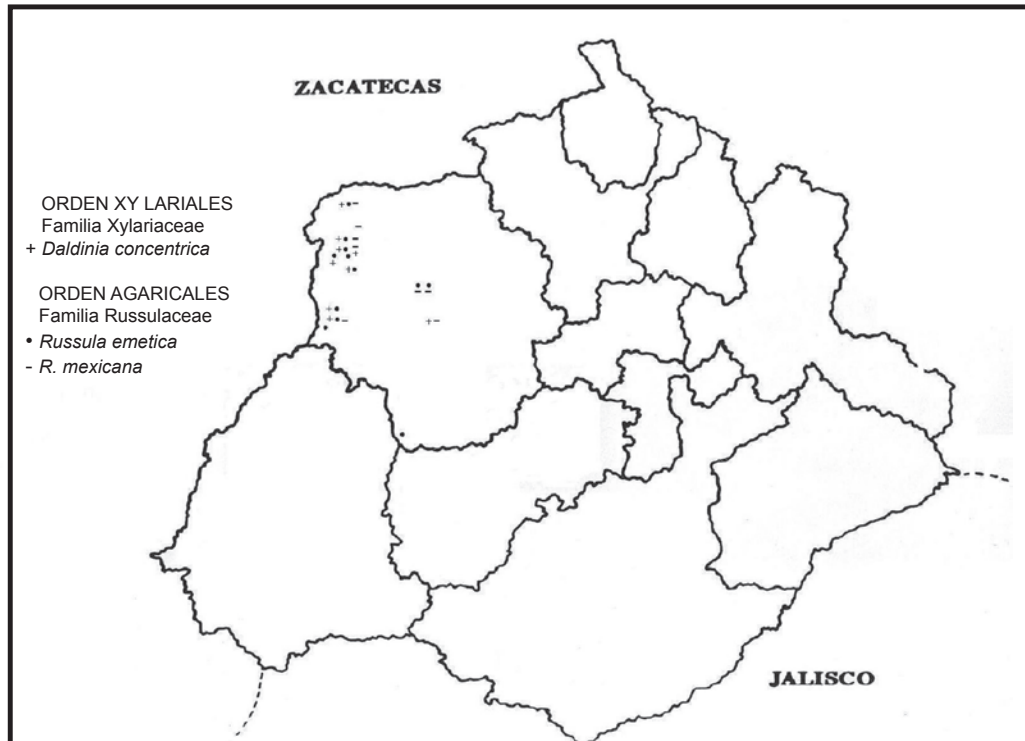


Figura 4. Especies de las familias Xylariaceae y Russulaceae más representativas del municipio de San José de Gracia, Aguascalientes.

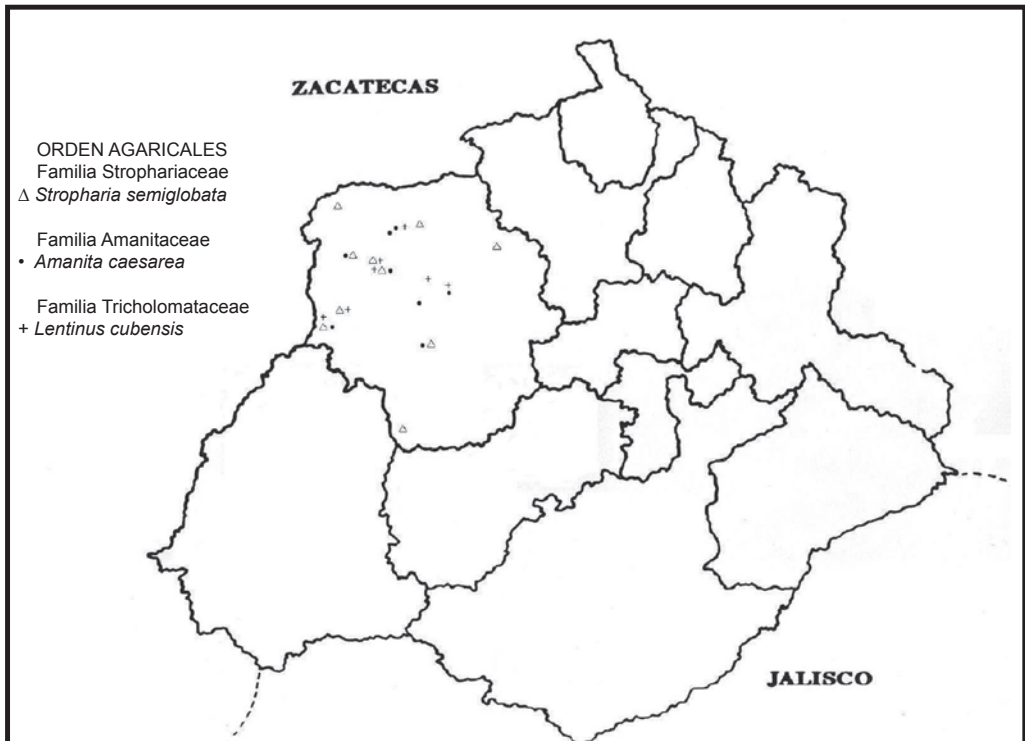


Figura 5. Especies de las familias Strophariaceae, Amanitaceae y Tricholomataceae más representativas del municipio de San José de Gracia, Aguascalientes.

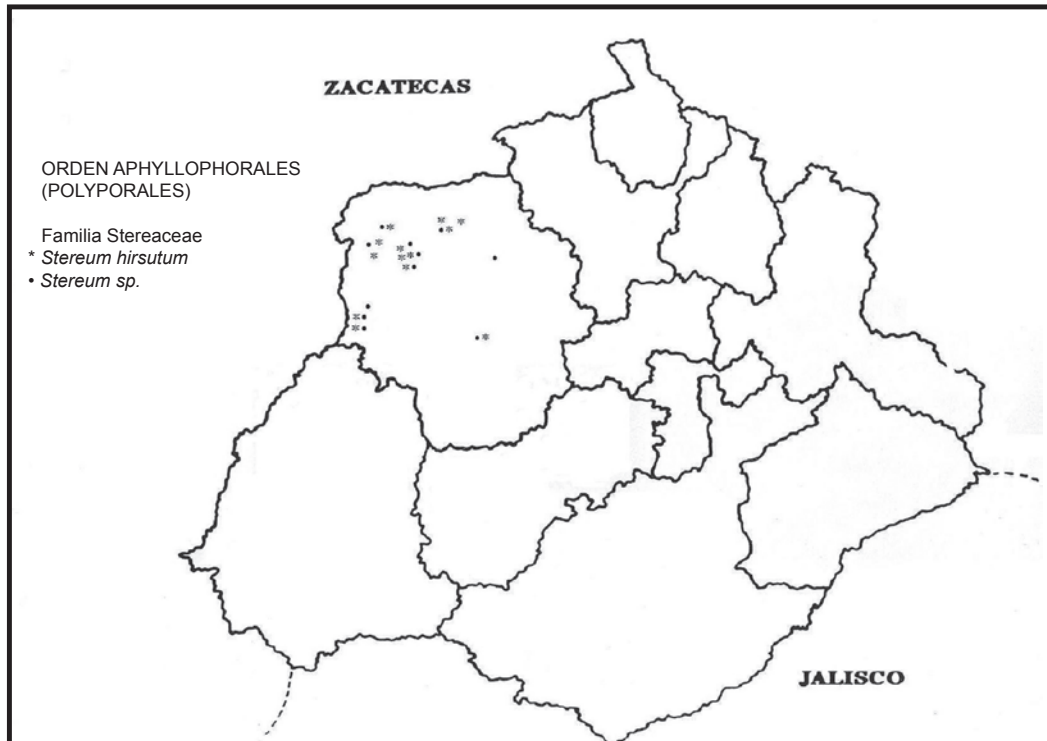


Figura 6. Especies de la familia Stereaceae más representativas del municipio de San José de Gracia, Aguascalientes.



Figura 7. Especies de las familias Polyporaceae y Lycoperdaceae más representativas del municipio de San José de Gracia, Aguascalientes.

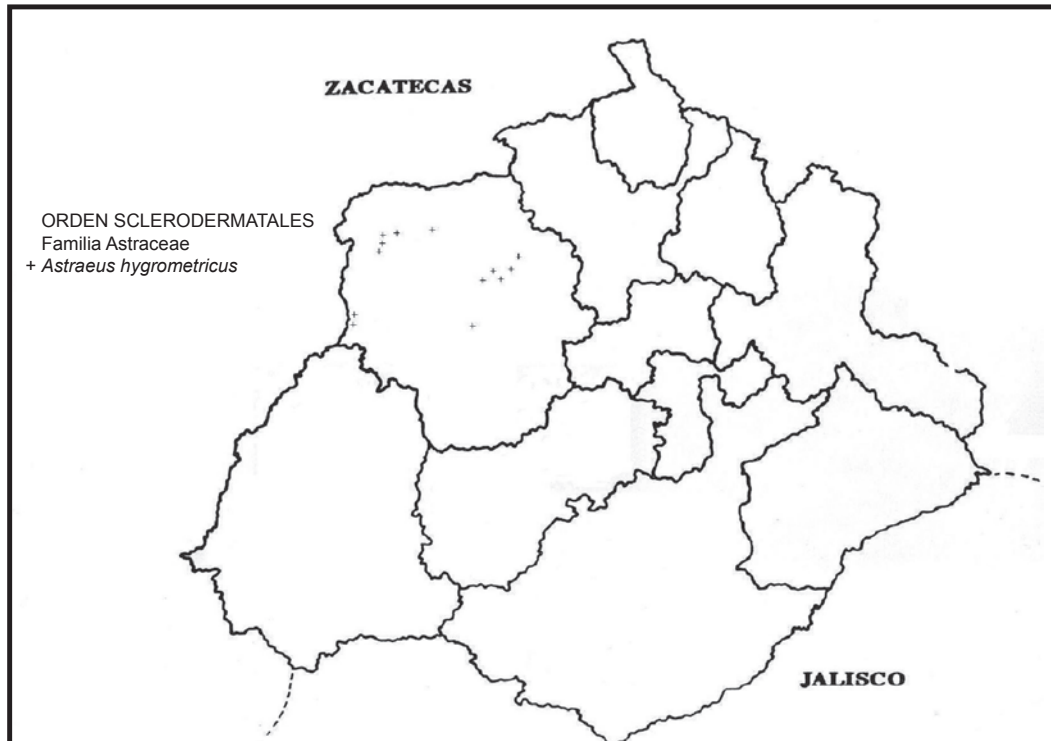


Figura 8. Especie de la familia Astraceae más representativa del municipio de San José de Gracia, Aguascalientes.

DISCUSIÓN

La mayor cantidad de especies se recolectaron en bosque de *Quercus* y de *Juniperus*, debido a que se encuentran los sustratos y condiciones para el desarrollo de la mayoría de los hongos. Esto coincide con lo reportado por Pardavé (1993), Pardavé *et al.* (2008) y Díaz *et al.* (2005), quienes mencionaron que en los bosques de México muchas especies de hongos se encuentran ampliamente distribuidas en todo el país, sobre todo en los bosques de coníferas, encinos y pinos.

Russula emetica, especie venenosa, presenta sabor picante, color rojo en el estípite y píleo color blanco lo que permite diferenciarla de *R. mexicana*, especie comestible como lo mencionaron García *et al.* (1998).

Las especies que presentaron mayor distribución dentro del municipio fueron: *Stereum hirsutum* (figura 10) y *Astraeus hygrometricus* (figura 11), que son hongos destructores de madera (Gerhardt, 2000) –recolectadas en trece localidades–, y *Russula emetica* (figura 12), que

es un hongo clasificado como venenoso, según lo mencionado por Cappello *et al.* (2006) –recolectado en doce localidades–.

De las especies identificadas, 0.33% corresponde a hongos medicinales; 1.97% a alucinógenos; 6.23% a destructores de madera; 7.21% a micorrícicos; 14.10% a venenosos, 31.8% a comestibles y 38.36% a no comestibles.

Amanita muscaria (figura 13), *Boletus edulis* (figura 14), *Morchella angusticeps* y *M. costata* se incluyen dentro de las especies amenazadas; *Psilocybe caerulipes* está sujeta a protección especial, según la Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2010.

Boletus edulis se puede confundir con el *B. reticulatus*, pero éste no tiene el margen blanquecino, su color es uniforme, y la cutícula mate, seca y finamente reticulada por esa razón no es conveniente que las personas identifiquen los hongos solamente con guías ilustradas porque podrían confundir especies comestibles con venenosas (Pardavé *et al.*, 2008).

En 1993 se identificaron 95 especies en el área protegida de Sierra Fría (Pardavé, 1993) y para 2011 se amplió el estudio al municipio de San José de Gracia, incrementando el número a

311 especies. Lo mencionado anteriormente nos permite resaltar una importante contribución a nivel municipal y nacional.



Figura 9. *Daldinia concentrica* (Bolton) Ces. & De Not. Especie destructora de madera.



Figura 10. *Stereum hirsutum* (Willd.) Pers. Especie destructora de madera.



Figura 11. *Astraeus hygrometricus* (Pers.) Morgan. Especie degradadora de materia orgánica.



Figura 12. *Russula emetica* (Schaeff.) Pers. Especie venenosa y micorrícica.



Figura 13. *Amanita muscaria* (L.) Lam. Especie alucinógena, venenosa y micorrícica.



Figura 14. *Boletus edulis* Rostk. Especie comestible y micorrícica.

CONCLUSIONES

México es uno de los países con mayor diversidad biológica en el mundo; entre 10 y 12% de las especies del planeta se encuentran en nuestro territorio, sumando más de 200 mil especies.

La diversidad es importante para una estabilidad biológica, es decir, entre mayor número de especies presentes en un ecosistema, más dinámico y flexible será sus interrelación. La diversidad también supone un argumento decisivo en la lucha por salvar especies en peligro

de extinción –un hecho que ha cobrado especial importancia desde la aparición del hombre–.

Por lo anterior, es fundamental resaltar la necesidad de conocer la diversidad de macromicetos tanto en el municipio de San José de Gracia como en otros para de esa manera contribuir al conocimiento estatal y nacional, y realizar acciones de protección, conservación y aprovechamiento de los recursos fúngicos que permitan realizar la protección de especies y poblaciones amenazadas.

LITERATURA CITADA

- CAPPELLO, S.G.; LÓPEZ, E.H.; SÁNCHEZ, V.L., Educación ambiental. *Horizonte Sanitario*, 5(2): 44-53, 2006.
- CETTO, B., *Guía de los hongos de Europa*. España: Omega, Tomo I, 1979.
- CETTO, B., *Guía de los hongos de Europa*. España: Omega, Tomo II, 1980a.
- CETTO, B., *Guía de los hongos de Europa*. España: Omega, Tomo III, 1980b.
- DÍAZ, M.R.; MARMOLEJO, J.G.; VALENZUELA, R., Flora micológica de bosques de pino y pino – encino en Durango. *Ciencia UANL*, 8(3): 362-369, 2005.
- GARZA, F.; GARCÍA, J.; CASTILLO, J., Macromicetos asociados al bosque de *Quercus rysophylla* en algunas localidades del centro del Estado de Nuevo León. *Rev. Mex. de Micol.*, 1: 423-437, 1985.
- GARCÍA, J.J.; PEDRAZA, D.K.; SILVA, C.B.; ANDRADE, R.M.; CASTILLO, J.T., *Hongos del Estado de Querétaro*. México: Universidad Autónoma de Querétaro, 1998.
- GERHARDT, E.; VILA, J.; LLIMONA, X., *Manual de Identificación de Hongos de España y de Europa*. España: Omega, 2000.
- GUZMÁN, G., *Identificación de los hongos comestibles, alucinantes y destructores de madera*. México: Limusa, 1977.
- GUZMÁN, G., Las intoxicaciones producidas por los hongos. *Ciencia y desarrollo*, 129-134, 1986.
- GUZMÁN, G., La diversidad de los hongos en México. *Ciencia*, 39: 52-57, 1995.
- HERRERA, T.; ULLOA, M., *El reino de los hongos*. México: Fondo de Cultura Económica, 1990.
- HOBBS, C., *Medicinal mushrooms*. USA: Botanica Press, 1995.
- IÑIGUEZ, J.R.; NÚÑEZ, D.; VALENZUELA, R., *Los Aphyllophorales del mineral de nuestra señora Cosala, Sinaloa*. Ensenada: Congreso Nacional de Micología, 2006.
- PARDAVÉ, D.L.M., Macromicetos de Sierra Fría. *Investigación y Ciencia*, 10: 24-29, 1993.
- PARDAVÉ, D.L.M.; FLORES, L.P.; FRANCO, V.R.E.; ROBLEDO, C.M., Hongos y líquenes del estado de Aguascalientes. *La Biodiversidad en Aguascalientes*. CONABIO, IMAE, UAA: México, 103-107, 2008.
- PÉREZ, S.E.; HERRERA, T., *Iconografía de los Macromicetos de México. I. Amanita*. México: UNAM, 1991.
- RUIZ, D., Los micetismos y su relevancia en medicina. *Rev. Iberoam. Micol.*, 16: 121-125, 1999.
- VELÁZQUEZ, N.A.C.; GÓMEZ, A.T.R.; VALENZUELA, R.; GALICIA, J.M., *Algunas especies de hongos Poliporoides del estado de San Luis Potosí, México*. Ensenada: Congreso Nacional de Micología, 2006.
- ZARCO, J., Estudio de la distribución ecológica de los hongos (principales macromicetos) en el Valle de México, basado en los especímenes depositados en el herbario. *ENCB. Rev. Mex. de Micol.*, 2: 41-72, 1986.

Propagación *in vitro* del laurel silvestre (*Litsea glaucescens* Kunth) y análisis de la diversidad genética de poblaciones del centro de México

In vitro propagation of wild laurel (*Litsea glaucescens* Kunth) and analysis of genetical diversity of central Mexican populations

Claudia Montserrat Valle Rodríguez,¹
Carlos Antonio Dávila Figueroa,¹ María de Lourdes de la Rosa Carrillo,¹
Eugenio Pérez Molphe-Balch,¹ José Francisco Morales Domínguez²

Valle Rodríguez, C.M.; Dávila Figueroa, C.A.; De la Rosa Carrillo, M.L.; Pérez Molphe-Balch, E.; Morales Domínguez, J.F., Propagación *in vitro* del laurel silvestre (*Litsea glaucescens* Kunth) y análisis de la diversidad genética de poblaciones del centro de México. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*. 57, 19-26, 2013.

RESUMEN

El laurel silvestre (*Litsea glaucescens* Kunth) es una especie forestal considerada en peligro de extinción debido a la reducción de sus poblaciones en la colecta inmoderada e ilegal de sus ramas para diferentes usos. En el presente trabajo, se ubicaron y estudiaron algunas poblaciones de laurel silvestre en los estados de Aguascalientes y San Luis Potosí. Para el protocolo de propagación, el mejor tratamiento fue 0.5 mg L⁻¹ de BA en medio MS utilizando como explantes segmentos nodales a partir de brotes de semillas maduras germinadas *in vitro* y para el enraizamiento fue con 1 mg L⁻¹ de AIB. El dendrograma mostró una separación entre un grupo que incluyó sólo ejemplares de San Luis Potosí y otro que incluyó a otros ejemplares de esta región junto con los de Aguascalientes. Los ejemplares generados *in vitro* se mantuvieron dentro del agrupamiento que incluye la localidad donde se obtuvieron.

Palabras clave: Lauraceae, RAPD, árbol filogenético, OPA, PCR, análisis de similitud, distancias euclídeas.

Keywords: Lauraceae, RAPD, phylogenetic tree, OPA, PCR, analysis of similarity, Euclidean distances.

Recibido: 6 de Noviembre de 2012, aceptado: 23 de Enero de 2013

¹ Departamento de Química, Centro de Ciencias Básicas, Universidad Autónoma de Aguascalientes.

² Departamento de Química, Centro de Ciencias Básicas, Universidad Autónoma de Aguascalientes, jfmoral@correo.uaa.mx.

ABSTRACT

The wild Laurel (*Litsea glaucescens* Kunth) is a forestry species considered an endangered species due to the reduction of their population by extensive and illegal collections of their branches for different uses. In this study several populations of wild Laurel in Central Mexico (Aguascalientes and San Luis Potosí States), were localized and studied. The most effective protocol for propagation was obtained from explants generated of the germination of *in vitro* mature seeds, with 0.5 mg L⁻¹ BA. For plant rooting the best treatment was that of 1 mg L⁻¹ AIB. The dendrogram showed a separation between a group that included only specimens from San Luis Potosí, and a second group with specimens from San Luis Potosí but also specimens from Aguascalientes. The specimens generated *in vitro* did not split from the rest and were kept inside the group from the location which they were initially from.

INTRODUCCIÓN

El género *Litsea* comprende cerca de 400 especies mayormente nativas de Asia. Generalmente son árboles perennes que miden entre 1 a 12 m de alto y habitan en bosques de encino y en cañadas o a la orilla de arroyos. Crece entre los 1,300 y 2,500 msnm y se distribuyen desde el norte de México hasta Costa Rica. En México,

el género está representado únicamente por el laurel silvestre (*Litsea glaucescens*) (Rzedowski y Rzedowski, 2001).

Litsea glaucescens tiene múltiples usos, por lo que se considera como una de las especies forestales no maderables más importantes de México. Sus usos van desde medicinales, alimenticios y perfumes hasta rituales religiosos. En el estado de Aguascalientes su explotación se da principalmente antes del Domingo de Ramos, festividad religiosa que se celebra entre los meses de marzo y abril; esto repercute en la pérdida de la capacidad reproductiva de la población, ya que coincide con la época de floración de la planta (Dávila *et al.*, 2011). Por lo tanto, es una especie protegida y se ha catalogado como en peligro de extinción (NOM-059-SEMARNAT-2001).

Actualmente, el problema más grave del laurel es la poca eficiencia de los sistemas de propagación. La reproducción a través de semillas y la propagación vegetativa son incapaces de satisfacer la demanda de plantas que se requieren para emprender programas de recuperación y de uso racional de esta especie. En este sentido, la propagación masiva a través de métodos biotecnológicos, o micropropagación, es una alternativa para la solución de este problema. Sin embargo, a la fecha no existen reportes acerca del desarrollo de las metodologías requeridas para el cultivo y propagación *in vitro* del laurel, por lo que es necesario llevar a cabo la investigación necesaria para el establecimiento de estos protocolos.

Por otro lado, la variabilidad genética presente en las poblaciones de laurel es desconocida, por lo que resalta el interés en estudiar en este aspecto con la finalidad de tener más elementos para rescatar este recurso natural. En este contexto, las técnicas más utilizadas son los marcadores moleculares, dentro de los cuales se encuentra la técnica RAPD (polimorfismo en el ADN amplificados al azar) (Williams *et al.*, 1990), que determinan la variación genética en diferentes organismos y cultivares de plantas. Esta técnica es tan confiable que permite obtener resultados equivalentes a los de otras técnicas como AFLP (polimorfismo en la longitud de los fragmentos amplificados) (Badenes *et al.*, 2003). Se han reportado varios estudios que analizan la diversidad genética utilizando RAPD en plantas de interés agrícola o forestal, tales como: *Agave spp.*

(Alfaro-Rojas *et al.*, 2007) y *Lupinus elegans* (Lara-Cabrera *et al.*, 2009) y en especies leñosas con *Pinus patula* (Luna Rodríguez *et al.*, 2005).

Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue desarrollar un protocolo para la propagación *in vitro* de plantas de laurel y el análisis de su diversidad genética de material colectado en campo y cultivado *in vitro*, empleando la técnica RAPD, en tres áreas de colecta: Sierra de Laurel, Sierra Fría y Estación Biológica "Agua Zarca" de la Universidad Autónoma de Aguascalientes, en el estado de Aguascalientes, y Sierra de Álvarez, en San Luis Potosí.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación de localidades de laurel y colecta de material biológico

Se visitaron locaciones de laurel silvestre en la Sierra Fría y la Estación Biológica "Agua Zarca" (EBAZ), perteneciente a la Universidad Autónoma de Aguascalientes (municipio de San José de Gracia, Aguascalientes), Sierra de Laurel (Calvillo, Aguascalientes), y Sierra de Álvarez (San Luis Potosí). Las localidades fueron ubicadas mediante un sistema de posicionamiento global (GPS; Garmin eTrex Legend GPS Navigator). Para los experimentos de propagación, se colectaron semillas maduras e inmaduras, muestras de brotes y yemas axilares de árboles de laurel, durante los meses de mayo-septiembre de 2009 y 2010. Las muestras fueron colocadas en hielera y almacenadas a 4°C. Para los análisis de RAPD, se realizó la colecta de hojas como se muestra en la tabla 2, las cuales fueron almacenadas a 4°C y, posteriormente, a -70° hasta su uso.

Desinfección del material vegetal y germinación de semillas

Todos los explantes fueron lavados y desinfectados mediante el siguiente proceso: primeramente tres lavados con agua corriente y jabón desinfectante Dermoclean por un tiempo de 15 min. cada uno, seguido de un lavado con etanol a 70% durante 1 min. y uno con agua corriente. Para la desinfección, las muestras se colocaron en una solución de blanqueador comercial (Cloralex) a 20% durante 25 min., seguido de tres lavados con agua destilada. Posteriormente, se adicionó 100 ml de una solución de PPM (Plant Preservative Mixture, Plant Cell Technology) a 1% durante 1 h, ulteriormente, se realizaron tres lavados con agua destilada estéril por un tiempo de 5

min, cada uno. Para el caso de las semillas antes de la desinfección, se les eliminó la testa. El material fue puesto en medios de cultivo MS (Murashige y Skoog, 1962), suplementado con 0.7% p/v de agar a pH 5.7 y se esterilizó en autoclave a 1.05 kg cm⁻² y 121°C, durante 15 min. Los explantes para su germinación o propagación se mantuvieron en la oscuridad durante 21 d, con recambios a medio cuando presentaban problemas de oxidación y después a fotoperiodos de 16/8 h bajo luz fluorescente (54 μmol m⁻² s⁻¹, lámparas luz diurna) a 25 ± 2 °C, hasta la obtención de plántulas (adaptaciones del protocolo de Bunn, 2005)

Desarrollo del sistema de propagación *in vitro*

Se tomaron yemas apicales y axilares provenientes de dos fuentes: 1) tallos tomados directamente de plantas del campo y desinfectadas de acuerdo a la metodología antes descrita, y 2) de plántulas axénicas obtenidas de la germinación de semillas *in vitro*; ambos explantes se inocularon en los siguientes tratamientos con el fin de inducir la brotación múltiple: a) 0.5 mg L⁻¹ de Benciladenina (BA); b) 1 mg L⁻¹ de BA, y c) 1 mg L⁻¹ de BA con 0.25 mg L⁻¹ de ácido naftalenacético (ANA). Los explantes fueron colocados en forma vertical en frascos magenta con 60 ml de cada tratamiento durante 30 d y posteriormente se transfirieron a medio basal (MS sin reguladores del crecimiento) para permitir el desarrollo de los brotes con subcultivos cada 60 d. Los brotes bien diferenciados de 2-3 cm de longitud fueron pasados a medio MS con 1 mg L⁻¹ de ácido indolbutírico (AIB) y 0.4% de carbón activado para inducir su enraizamiento (Mao *et al.*, 2000; Bunn, 2005).

Análisis tipo RAPD

Se extrajo ADN genómico a partir de 3 mg de hojas de laurel mediante el paquete comercial "Genomic DNA Purification Kit # 0512" (Fermentas). Se usaron primeramente los 20 iniciadores de la serie OPA1 (Operon Technologies Inc.) (tabla 1). En los análisis de PCR, se utilizó el paquete comercial PCR Master Mix (Fermentas). La mezcla de reacción fue: PCR Master Mix 12.5 μl; ADN 100 ng; Oligonucleótidos 50 ng y agua destilada para un volumen total de 25 μl. La amplificación fue bajo las condiciones de 94 °C (3 min), 94 °C (1 min.), 40 °C (1 min.), 72 °C (1 min.) por 45 ciclos y una extensión de 72 °C (5 min.) en el termociclador TECHNE TC 412. Los productos amplificados fueron separados por electroforesis en gel de agarosa a 1.7% en buffer TAE 1.7X, durante 4 h

a 50 V (Luna Rodríguez *et al.*, 2005), y posteriormente teñido con bromuro de etidio y visualizado bajo luz ultravioleta. Las imágenes fueron capturadas con el fotodocumentador de DigiDoc-It y procesadas con el programa Doc-ItLS Ver 5.5.3 de Ultra-Violet Products Ltd. (UVP). Todas las reacciones se realizaron por triplicado.

Análisis de datos

Se integraron los resultados obtenidos de los 326 análisis RAPD. Para muestras de cada individuo, la presencia o ausencia de cada banda se marcó designando el número 1 a la banda presente y con el 0 a la banda ausente, con el fin de tener una matriz de ceros y unos que fue utilizada en el programa STATISTICA versión 7.0. La matriz de distancias genéticas se utilizó para producir un dendrograma por el método de Ward.

Tabla 1. Oligonucleótidos de la serie OPA, utilizados en los análisis tipo RAPD en laurel silvestre

Oligonucleótidos	Secuencia
OPA01	5'-CAGGCCCTTC-3'
OPA02	5'-TGCCGAGCTG-3'
OPA03	5'-AGTCAGCCAC-3'
OPA04	5'-AATCGGGCTG-3'
OPA05	5'-AGGGGTCTTG-3'
OPA06	5'-GGTCCCTGAC-3'
OPA07	5'-GAAACGGGTG-3'
OPA08	5'-GTGACGTAGG-3'
OPA09	5'-GGGTAACGCC-3'
OPA10	5'-GTGATCGCAG-3'
OPA11	5'-CAATCGCCGT-3'
OPA12	5'-TCGGCGATAG-3'
OPA13	5'-CAGCACCCAC-3'
OPA14	5'-TCTGTGCTGG-3'
OPA15	5'-TTCCGAACCC-3'
OPA16	5'-AGCCAGCGAA-3'
OPA17	5'-GACCGCTTGT-3'
OPA18	5'-AGGTGACCGT-3'
OPA19	5'-CAAAGCTCGG-3'
OPA 20	5'-GTTGCGATCC-3'

RESULTADOS

Localización del material vegetal

Se encontraron locaciones de laurel silvestre en los estados de Aguascalientes y San Luis Potosí, México (tabla 2). En la Sierra Fría 90% de los ejemplares son arbustos con una altura entre 1 a 1.5 m (figura 1A). En la Sierra de Laurel también la mayoría son arbustos (90%) entre 1 a 2 m de alto, como pocos árboles con alturas de hasta 12 m (Figura 1B). En esta localidad se observaron

Tabla 2. Ubicación geográfica de las poblaciones de laurel silvestre donde se colectaron las muestras de tejido

Localidad	COORDENADAS	No. de muestras
Sierra Fria P1; Aguascalientes	22° 09' 277" N 102° 35' 154" O	8
Sierra Fria P2; Aguascalientes	22° 09' 154" N 102° 35' 106" O	8
Sierra Fria P3; Aguascalientes	22° 09' 015" N 102° 35' 106" O	4
Sierra de Laurel P1; Aguascalientes	22° 46' 947" N 102° 39' 255" O	6
Sierra de Laurel P2; Aguascalientes	21° 46' 158" N 102° 39' 081" O	8
Sierra de Laurel P3; Aguascalientes	21° 06' 466" N 102° 36' 741" O	6
Estación Biológica UAA; Aguascalientes	22° 05' 30" N 102° 34' 30" O	10
Sierra de Álvarez P1; San Luis Potosí	22° 09' 376" N 100° 37' 489" O	5
Sierra de Álvarez P2; San Luis Potosí	22° 09' 189" N 100° 37' 439" O	5
Sierra de Álvarez P3; San Luis Potosí	22° 09' 466" N 100° 36' 741" O	5

evidencias de saqueo (figura 1C). En lo que respecta a la Sierra de Álvarez, San Luis Potosí, los ejemplares tienen una altura promedio 3 m y una densidad poblacional mayor a los encontrados en Aguascalientes (figura 1D).

Desarrollo del sistema de propagación *in vitro*

Los primeros experimentos se llevaron a cabo utilizando tallos colectados directamente de plantas del campo, los cuales presentaron un alto índice de contaminación y/o necrosis por oxidación. Estos explantes, tratados con 0.5 mg/L⁻¹ de BA todos, se necrosaron de la base y murieron a los pocos días (figura 2A). Con 1 mg/L⁻¹ de BA los explantes desarrollaron tejido calloso en la base que eventualmente se oxidó y necrosó junto con la parte aérea (figura 2B). Con 0.25 mg L⁻¹ de ANA, se obtuvo una mayor producción de tejido

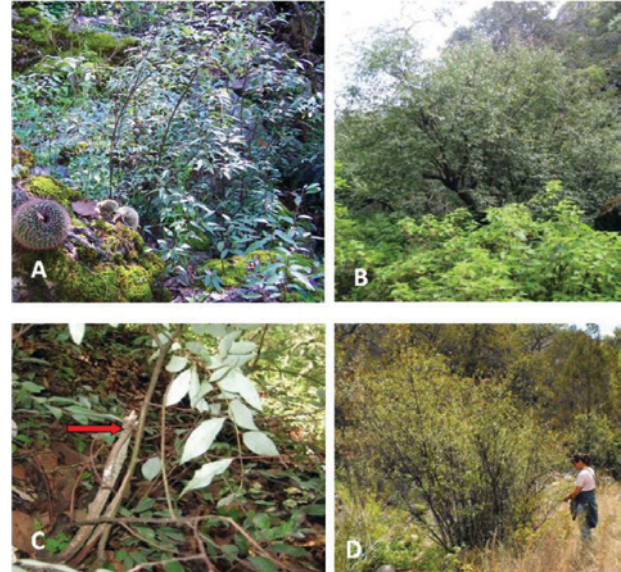


Figura 1. Aspectos de las poblaciones de laurel silvestre estudiadas. A) Ejemplares de porte arbustivo en Sierra Fria, Ags.; B) ejemplar de porte arboreo en la Sierra de Laurel, Ags.; C) señales de colecta ilegal (flecha) en una planta de laurel silvestre en la Sierra de Laurel, Ags.; d) población de laurel silvestre en buen estado de conservación en la Estación Biológica "Agua Zarca" de la UAA.

calloso y, finalmente, una necrosis más rápida de los tejidos debido a problemas de oxidación. Sin embargo, se observó que cortos períodos de inducción en este medio de germinación (dos semanas) y con la adición de carbón activado se inhibía el desarrollo de tejido calloso, pero desafortunadamente los explantes terminaban necrosándose antes del subcultivo (figura 2C).

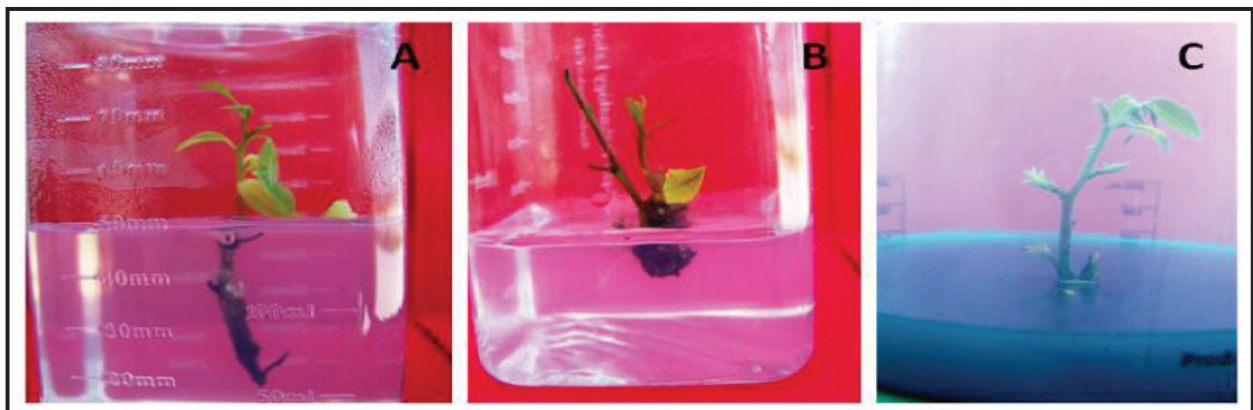


Figura 2. Propagación a partir de tallos colectados en campo: A) con 0.5 mg L⁻¹ de BA, en donde se aprecia la oxidación de la base del explante sumergida en el medio; B) con 1 mg L⁻¹ de BA, en donde se aprecia el desarrollo de tejido calloso en la base del explante; y C) con 1 mg L⁻¹ BA más 0.25 mg L⁻¹ de ANA adicionado con 0.4% de carbón activado.



Figura 3. Respuesta obtenida con los tratamientos para la germinación de meristemos preexistentes con explantes obtenidos de semillas germinadas *in vitro*: (A) con 0.5 mg/L de BA; (B) con 1 mg/L de BA; y (C) con 1 y 0.25 mg/L de BA y ANA, respectivamente.

Otra fuente de explantes fueron los tallos de plántulas germinadas *in vitro*, las cuales sí mostraron respuesta positiva ante los diferentes tratamientos evaluados (figura 3). Con 0.5 mg/L⁻¹ de BA desarrollaron pocos brotes, pero se elongaron rápidamente y generaron muchos entrenudos que fueron utilizados para los experimentos de propagación (figura 3A). Con 1 mg/L⁻¹ de BA se obtuvo una proliferación más abundante, pero con tejido calloso en la base de los explantes, mismo que eventualmente desarrolló embriones somáticos que posteriormente se necrosaron (figura 3B). La adición de ANA en el medio de cultivo favoreció la brotación de los meristemos preexistentes (figura 3C).

Para la producción de raíces, con 1 mg L⁻¹ de AIB los explantes desarrollaron raíces y una vez que eran transferidos a medio basal, éstas se desarrollaban rápidamente favoreciendo el crecimiento de la planta (figura 4).



Figura 4. Respuesta obtenida con los tratamientos para la enraizamiento, en donde se aprecia el vigor de la planta y el desarrollo de raíces.

Análisis de variabilidad genética

De los 20 oligonucleótidos decámeros de la serie OPA que se probaron, 5 fueron los que generaron mayor número de bandas; estos fueron: OPA-03, OPA-04, OPA-10, OPA-13 y OPA-18. En la figura 5 se observan las diferentes bandas amplificadas con el OPA-03 para algunas muestras de laurel de la Sierra de Laurel.

El dendrograma (figura 6) mostró que todos los individuos de laurel que fueron sometidos a la prueba estaban relacionados, ya que se ubicaron por debajo de 5% de variación en un mismo grupo, alejando al control (papaya) ancla del dendrograma. Dentro de las muestras de laurel, se aprecian dos grandes grupos: 1) individuos provenientes de la Sierra de Álvarez, San Luis Potosí y 2) individuos provenientes de la Sierra de Laurel y de la Sierra Fría. Mientras que los individuos de material de laurel *in vitro* encajan perfectamente entre los laureles provenientes de Sierra del Laurel de donde fueron recolectados inicialmente.

DISCUSIÓN

En Aguascalientes existen localidades de laurel silvestre con densidad poblacional desde los 5 a 90 individuos, y con difícil acceso (muchas son propiedades privadas). Como se puede apreciar en la tabla 1, la recolecta de las muestras fue limitada debido a que existen ya pocos ejemplares de esta especie en su hábitat natural. En las localidades de San Luis Potosí, las plantas, en su mayoría, son arbustos entre 2 y 5 m de alto y de fácil acceso, sin embargo, no se observó saqueo como las zonas visitadas en Aguascalientes (figura 1C).

Para el sistema de propagación *in vitro*, en esta especie se encuentra con poca información, al parecer, sólo existe un trabajo de este

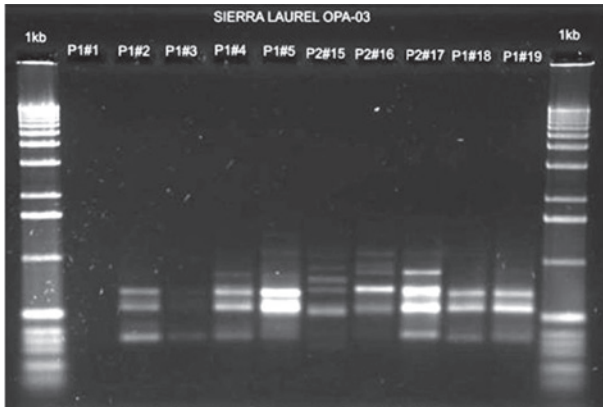


Figura 5. Amplificación de marcadores RAPD producidos con el oligonucleótido OPA-03 en muestras de *Litsea glaucescens*, provenientes de la Sierra de Laurel del estado de Aguascalientes. Carriles 1 y 12 Marcador de Peso Molecular 1 Kb (1 Kb Plus DNA Ladder, Gibco). P1: Locación 1, P2: locación 2, #: significa el número de muestra (tabla 2).

tipo con árboles del género *Litsea*. Mao *et al.* (2000) desarrollaron un sistema de propagación clonal *in vitro* para la especie *Litsea cubeba*. Ésta es un árbol perenne, de rápido crecimiento, que presenta varios usos tradicionales en China. En este trabajo se probaron varios tipos de explante (hoja, peciolo y ápices), los cuales fueron sometidos a tratamientos con BA. En el caso de los ápices, se logró la brotación múltiple a partir de los mismos. Los brotes generados se enraizaron en medio sin reguladores del crecimiento y fue posible obtener mediante esta vía más de

100 plantas que se adaptaron con éxito al invernadero. En nuestros experimentos para las yemas axilares y ápices recolectados en campo (*ex vitro*), no se logró la propagación (figura 3). Debido a esto, se tomó como explantes los procedentes de semillas germinadas. Se cortaron segmentos internodales que fueron puestos en medio de propagación con la adición de auxinas y esto favoreció la brotación de los meristemas preexistentes. Estos resultados concuerdan con los reportados por Bunn (2005), quien trabajó con *Eucalyptus*. Sin embargo, en nuestros tratamientos para inducir la brotación, se generó tejido calloso en la base del explante. Éste era de naturaleza friable por lo que las raíces que se llegaron a desarrollar en él no garantizaban la sobrevivencia del brote, dado que se ha reportado que generalmente no existe continuidad de los vasos entre el brote y las raíces (Vasil, 1986). Además, al momento de la transferencia a medio basal, este tejido se separaba y provocaba la oxidación del tejido con lo cual el brote terminaba necrosándose. Para evitar este proceso, los explantes en este medio fueron puestos en tiempos más cortos (dos semanas) y, de esta manera, se evitó en parte la oxidación. Con las semillas inmaduras no se logró la germinación a pesar de que se eliminaron los agentes bióticos contaminantes en un alto porcentaje; los explantes se necrosaron completamente.

Para el enraizamiento de las plántulas, el tratamiento con medio MS a 50% provocó la necrosis de los explantes en todos los casos, posi-

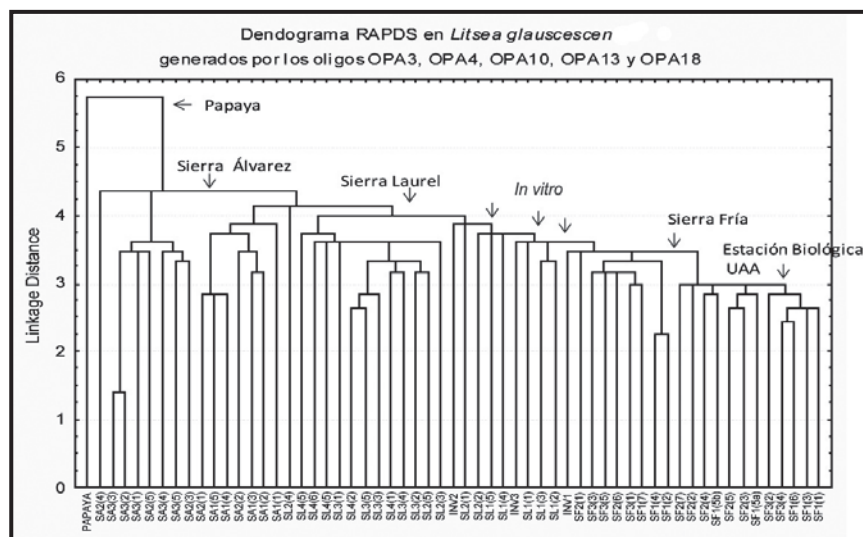


Figura 6. Dendrograma obtenido del análisis estadístico para individuos de laurel provenientes de Sierra de Álvarez, Sierra de Laurel, material *in vitro*, Sierra Fría y Estación Biológica UAA y usando como material de control una muestra de papaya.

blemente a causa del estrés osmótico al que se vieron sometidos, además de que la evidencia de campo indica que ésta es una especie que requiere de medios enriquecidos en nutrientes. Estos resultados son contrarios a lo reportado por Gomes y Canhoto (2003), quienes usaron medios a 50% para inducir el enraizamiento de los brotes a partir de explantes apicales y de nodos de *Eucalyptus nitens* Maiden. La adición de AIB al medio basal indujo el enraizamiento en una alta proporción de los brotes, los cuales una vez que desarrollaban las raíces mostraban un crecimiento vigoroso (figura 4) con eficiencias similares a lo reportado por Gupta *et al.*, (1983), quienes trabajaron con segmentos nodales de *Eucalyptus torelliana*, pero inferior a los resultados obtenidos con otra especie del género *Litsea* (Mao *et al.*, 2000).

Al inicio de este estudio se tenía la hipótesis de que todas las zonas donde se encontró laurel silvestre en el estado de Aguascalientes albergaban diferentes poblaciones de la especie, ya que los individuos mostraban diferencias en sus hábitos de crecimiento y las localidades están alejadas unas de otras. Sin embargo, en los resultados de los análisis moleculares en el dendrograma (figura 6), se observa que los individuos de ambas serranías están en el mismo grupo, clasificados en dos subgrupos, lo cual indica una estrecha relación entre ellas, así mismo se agrupan a todos los individuos de Aguascalientes en niveles diferentes a los de San Luis Potosí, lo que hace la diferencia en su constitución genética al menos en cuanto a la adaptación de éstos a su hábitat, ya que las características de Sierra de Álvarez son muy parecidas a las serranías de Aguascalientes. También se puede observar que dentro

de los laureles de la Sierra Fría se encuentran los organismos colectados de la Estación Biológica de la UAA, esto resulta lógico ya que ésta se encuentra ubicada dentro de los límites de la Sierra Fría. En cuanto a los individuos producidos *in vitro*, se muestra una relación muy cercana con los individuos donde fueron recolectadas las semillas que originaron los cultivos, lo que indica que se puede planear la reforestación a futuro con éstos sin afectar, en gran medida, la composición genética de las poblaciones originales.

CONCLUSIONES

Se desarrolló un protocolo para la propagación *in vitro* de laurel silvestre. Esto hace que éste sea viable para producir plantas con fines de reforestación y regeneración de poblaciones dañadas en esta especie. El análisis RAPD, detectó variabilidad genética entre las poblaciones de laurel originarias de Aguascalientes y San Luis Potosí. Esto hace que sea importante utilizar materiales de la propia región con fines de reforestación. Además, se encontró que plantas de laurel generadas *in vitro* no son genéticamente diferentes de las poblaciones de donde se tomó el material con el que se establecieron los cultivos.

Agradecimientos

Al personal del IMAE y PROESPA por la ayuda recibida para ingresar a algunas localidades. Al Dr. Pedro Castillo Lara y al M. en C. Andrés Rogelio Jiménez del Instituto de Investigación de Zonas Desérticas de la UASLP, por la ayuda para localizar las poblaciones de laurel en la Sierra Álvarez, San Luis Potosí, y al PROMEP por el apoyo financiado para este proyecto.

LITERATURA CITADA

- ALFARO ROJAS, G.; LEGARIA SORIA J.P.; RODRÍGUEZ PÉREZ, J.E., Genetic diversity in populations of pulque-ros agaves (*Agave* spp.) in Noretheastern México State. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 30: 1-12, 2007.
- BADENES, M.; GARCÉS, A.; ROMERO, C.; ROMERO, M.; CLAVE, J.; ROVIRA M.; LLACÉR, G., Genetic diversity of introduced and local Spanish persimmon cultivars revealed by RAPD markers. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 50: 579-585, 2003.
- BUNN, E., Development of in vitro methods for ex situ conservation of *Eucalyptus impensa*, an endangered mallee from southwest Western Australia. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 83: 97-102, 2005.
- DÁVILA, F.C.A.; FLORES, T.F.J.; MORALES, D.J.F.; CLARK, T.R.; PÉREZ, M.B.E., Estatus poblacional y niveles de aprovechamiento del laurel silvestre (*litsea glaucescens kunth*) en Aguascalientes. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 2(4): 47-60, 2011.
- GOMES, F.; CANHOTO J.M., Micropropagation of *Eucalyptus nitens* Maiden (shining gum). *In Vitro Cell. Dev. Biol.—Plant*, 39: 316-321, 2003.
- GUPTA, P.K.; MEHTA, U.J.; MASCARENHAS, A.F., A Tissue Culture Method for Rapid Clonal Propagation of Mature Trees of *Eucalyptus torelliana* and *Eucalyptus camaldulensis*. *Plant Cell Reports*, 2: 296-299, 1983.
- LARA CABRERA, S.I.; ALEJANDRE MELENA, N.; MEDINA SÁNCHEZ, E.I.; LINDIG CISNEROS, R., Genetic diversity in populations of *Lupinus elegans* Kunth, implications for ecological restoration. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 32: 79-86, 2009.
- LUNA RODRÍGUEZ, M.; LÓPEZ UPTO, J.; IGLESIAS ANDREU, L.G., Morphometric and molecular (RAPD) variability in a plantation of *Pinus patula* in Veracruz, México. *Agronomía*, 39: 231-235, 2005.
- MAO, A.A.; WETTEN, A.; FAY, M.F.; CALIGARI, P.D., In vitro propagation of *Litsea cubeba* (Lours.) Pers., a multipurpose tree. *Plant Cell Reports*, 19: 263-267, 2000.
- MURASHIGE, T.; SKOOG, F., A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco cultures. *Physiol. Plant*, 15: 473, 1962.
- PROESPA, 2008. Especies protegidas en el estado de Aguascalientes caso: Sierra de Laurel en el municipio de Calvillo. <http://www.proespa.gob.mx/pfnm/index.html>.
- RZEDOWSKI, G.; RZEDOWSKI, J., *Flora Fanerogámica del Valle de México*. Michoacán: Instituto de Ecología. A. C. y CONABIO, 2001).
- VASIL, I.K., Cell Culture and Somatic Cell Genetics of Plants. USA: Advisory Board, Academic Press, Inc., 1986.
- WILLIAMS, J.G.; KUBELIK, A.R.; LIVAK, K.J.; RAFALSKI J.A.; TINGEY, S.V., DNA polymorphisms amplified by arbitrary primers are useful as genetic markers. *Nucleic Acids Research*, 18: 6531-6535, 1990.

Modelación computacional de soluciones de onda viajera en una ecuación poblacional no lineal

On the computational modeling of traveling-wave solutions of a nonlinear population equation

Jorge Eduardo Macías Díaz¹

Macías Díaz, J.E., Modelación computacional de soluciones de onda viajera en una ecuación poblacional no lineal. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*. 57, 27-31, 2013.

RESUMEN

Partiendo de un paradigma cuantitativo de difusión y reacción no lineal, se propone un método en diferencias finitas para aproximar soluciones mediante una perspectiva no estándar. La expresión del término de reacción del modelo sigue un régimen de raíz cuadrada, y la existencia de soluciones de onda viajera para dicha ecuación es un hecho demostrado recientemente en la literatura. Este texto presenta una discretización de dicho modelo que conserva la mayoría de las propiedades matemáticas de tales frentes, a saber: la positividad, la acotación y la monotonía temporal y espacial de las soluciones. Se presentan algunas simulaciones numéricas que ilustran la bondad del método.

ABSTRACT

Departing from a diffusive partial differential equation with nonlinear reaction, we developed a non-standard, finite-difference scheme to approximate its solutions. The reaction term of the

Palabras clave: Ecuación diferencial parcial parabólica, modelo de reacción-difusión, régimen de raíz cuadrada, método de diferencias finitas, positividad y acotación, monotonía.

Keywords: parabolic partial differential equation, reaction-diffusion model, square-root law, finite-difference method, positivity and boundedness, monotonicity.

Recibido: 21 de Noviembre de 2012, aceptado: 25 de Febrero de 2013

¹ Departamento de Matemáticas y Física, Centro de Ciencias Básicas, Universidad Autónoma de Aguascalientes, jemacias@correo.uaa.mx.

mathematical model follows a square-root regime, and the existence of traveling-wave solutions for this equation is a fact recently established in the specialized literature. In the present manuscript, we propose a discretization which preserves most of the mathematical features of such solutions, namely, the positivity, the elevation mark, and the temporal and the spatial monotony. We provide here some illustrative simulations that evidence the preservation of such properties.

INTRODUCCIÓN

El problema de aproximar soluciones de onda viajera de ecuaciones diferenciales parciales, es un tema interesante de investigación, el cual ha sido atacado tanto analítica (Wang *et al.*, 1990) como numéricamente (Tomasiello, 2010). Desde el punto de vista analítico, existe una cantidad considerable de técnicas que arrojan soluciones exactas o aproximadas para este tipo de modelos. Por mencionar algunas, podemos citar el método de factorizaciones, la técnica de la primera integral, la transformación de Cole-Hopf, y los métodos de seno-coseno y la tangente hiperbólica.

Sin embargo, es importante advertir que todas las mencionadas arriba presentan limitaciones severas frente a algunos modelos alineales. Por ejemplo, dichos métodos son inoperantes cuando los términos no lineales no son funciones polinomiales de la función solución. Una muestra de esto es el modelo investigado por Mickens (2012), el cual es una ecuación difusiva con régimen de raíz cuadrada que extiende a la

ecuación poblacional de Fisher (Fisher, 1937; Kolmogorov *et al.*, 1937).

Usando métodos de aproximación (balance dominante, para ser exactos), Mickens demostró la existencia de soluciones de onda viajera para la ecuación:

$$\frac{\partial u}{\partial t} = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + f(u),$$

donde $f(u) = \sqrt{u} - u^p$ y $p = 1$; sin embargo, el argumento que empleó para demostrar la existencia de dichas soluciones es válido para el caso general $p > \frac{1}{2}$. Dichas soluciones son no negativas y acotadas superiormente por 1, además de ser temporal y espacialmente monótonas. Asintóticamente, estas soluciones tienden espacialmente a 1 y 0 en $-\infty$ e ∞ respectivamente, semejando a las soluciones de onda viajera de la ecuación clásica de Fisher (Polyanin y Zaitsev, 2004).

Con esta información a la mano y la dificultad de determinar analíticamente las soluciones de onda viajera de nuestro modelo, se diseñará un método numérico no lineal en diferencias finitas para aproximar dichas soluciones. Como se verá ulteriormente, la discretización propuesta presenta la ventaja de conservar las propiedades de positividad y acotación de aproximaciones. El método preserva la monotonía de las soluciones, de donde se seguirá que la técnica también conserva condicionalmente la conservación de la monotonía temporal y espacial. Todas estas propiedades son características de las soluciones de interés, por lo que el método es una herramienta idónea en la investigación de las soluciones de onda viajera de la ecuación propuesta por Mickens.

MATERIALES Y MÉTODOS

La técnica empleada para aproximar las soluciones de la ecuación diferencial de interés, estará basada en la metodología de diferencias finitas. Para tal efecto, se fijará un intervalo espacial $[a, b]$, y un período finito de tiempo T .

Tómese una partición uniforme $a = x_0 < x_1 < \dots < x_N = b$ del intervalo espacial, con norma $\Delta x = (b - a)/N$, y fíjese una partición uniforme $0 = t_0 < t_1 < \dots < t_M = T$, con tamaño

de paso $\Delta t = T/M$. Sea u_n^m una aproximación al valor exacto de la solución en el punto $u = u(x_n, t_m)$.

El método iterativo para aproximar las soluciones del modelo bajo estudio está dado recursivamente por

$$\delta_t u_n^m = \delta_x^{(2)} u_n^m + f(u_n^{m+1}),$$

donde δ_t es la aproximación adelantada de orden 1 de la primera derivada parcial en el tiempo, y $\delta_x^{(2)}$ es la aproximación en diferencias centradas de orden 2, de la segunda derivada parcial en el espacio (Macías Díaz *et al.*, 2011; Macías Díaz, 2012). Es fácil ver que el método se puede expresar como $H_n^m(u_n^{m+1}) = 0$, donde $H_n^m(u) = \Delta t u^p + u - \Delta t \sqrt{u} - c_n^m$ y $c_n^m = R u_{n+1}^m + (1 - 2R) u_n^m + R u_{n-1}^m$. Además, se define $R = \Delta t / (\Delta x)^2$.

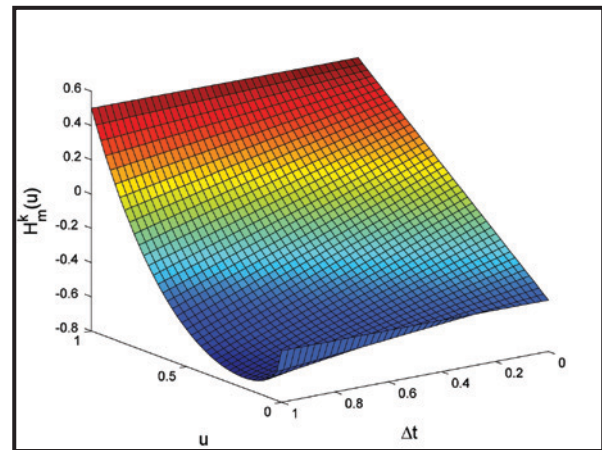


Figura 1. Gráfica de la función H_n^m versus u y Δt , fijando $C_n^m = \frac{1}{2}$ y $p = 3$. La gráfica ilustra la existencia, bajo cualquier instancia, de una única raíz en $[0, 1]$ para dichas funciones.

RESULTADOS

De este punto en adelante, supondremos que $R < \frac{1}{2}$. Se observa que cada función H_n^m es continua en $[0, 1]$, es diferenciable en $[0, 1]$, y satisface $H_n^m(0) = -c_n^m \leq 0 \leq 1 - c_n^m = H_n^m(1)$, siempre que la solución aproximada al tiempo t_m esté acotada entre 0 y 1. El Teorema del Valor Intermedio garantiza entonces que la solución a tiempo t_{m+1} también estará acotada entre 0 y 1, de donde se establece la positividad y la acotación del método.

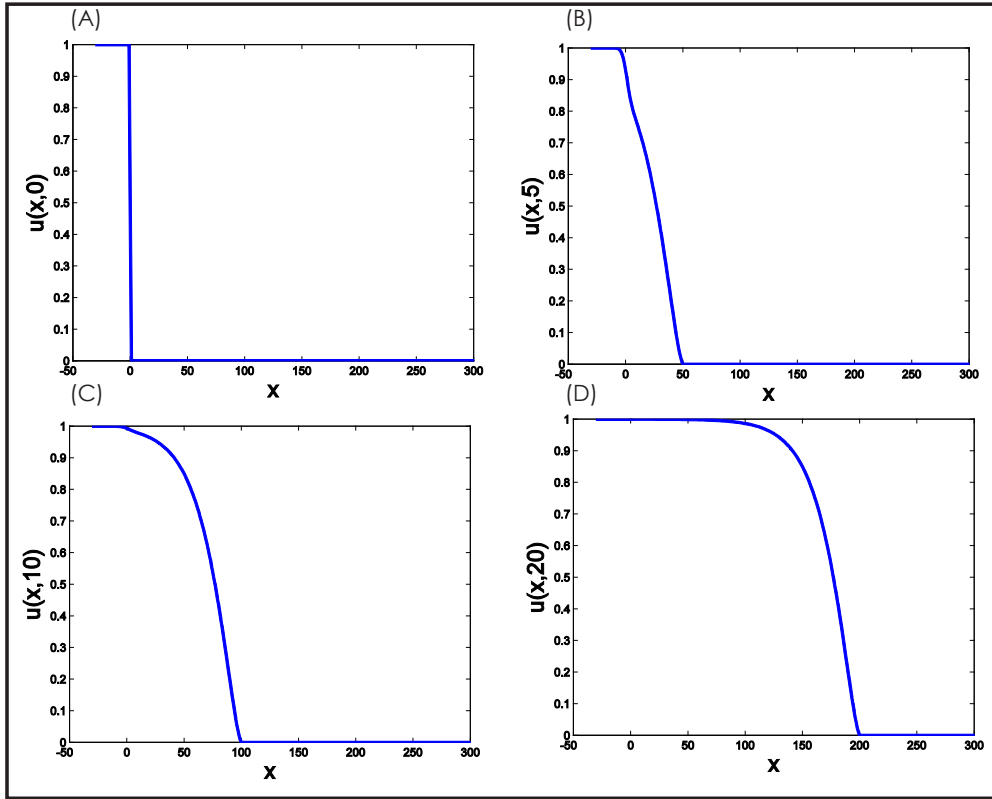


Figura 2. Soluciones numéricas obtenidas para $\Delta x = 1$, $\Delta t = 0.1$ y $p = 3$, en los instantes de tiempo (a) 0, (b) 5, (c) 10 y (d) 20. Los resultados ilustran la capacidad del método de conservar la monotonía espacial y temporal, así como la acotación de soluciones entre 0 y 1.

Por otra parte, no se pierda de vista que la derivada de $H_n^m(u)$ es cero en $u \in (0,1)$ sí y sólo si la identidad $2pt\Delta t v^{2p-1} + 2v - \Delta t = 0$ se satisface en dicho intervalo, siendo $v = \sqrt{u}$. Es fácil ver entonces que existe un único $u^* \in (0,1)$ para el cual la derivada de H_n^m se anula, y que dicho número representa un mínimo relativo de H_n^m . En consecuencia, si la aproximación inicial del método propuesto es acotada entre 0 y 1, entonces existe una única solución para nuestra técnica de diferencias finitas, la cual es acotada entre 0 y 1 en todas las iteraciones. Por comodidad, la figura 1 muestra la gráfica de las funciones H_n^m para $c_n^m = \frac{1}{2}$ y $p = 3$.

Para establecer la propiedad de conservación de monotonía, se supone que $u_{n+1}^m \leq v_{n+1}^m$, $u_n^m \leq v_n^m$ y $u_{n-1}^m \leq v_{n-1}^m$, y sea $d_n^m = Rv_{n+1}^m + (1-2R)v_n^m + Rv_{n-1}^m$. Se define la función:

$$J_n^m(u) = \Delta t u^p + u - \Delta t \sqrt{u - d_n^m}$$

en $[0,1]$. Entonces, v_n^m es la única solución de la ecuación $J_n^m(v) = 0$ en el intervalo $[0,1]$. Además, la desigualdad $J_n^m \leq H_n^m$ se satisface en $[0,1]$, de

donde se establece fácilmente que $u_n^{m+1} \leq v_n^{m+1}$, como se deseaba.

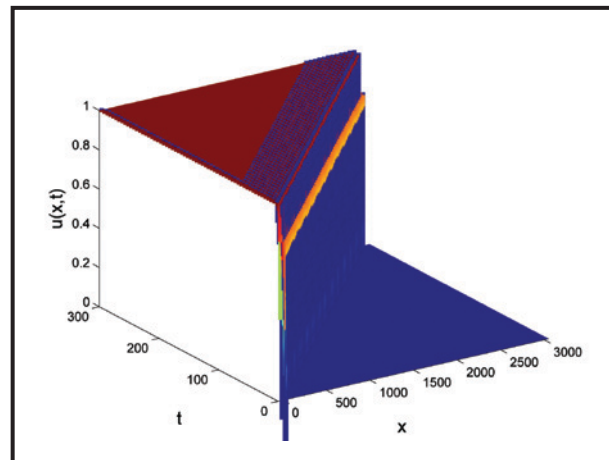


Figura 3. Gráfica de la solución numérica versus x y t , usando $\Delta x = 1$, $\Delta t = 0.1$ y $p = 3$. Los resultados ilustran la capacidad del método de conservar la monotonía espacial y temporal, así como la acotación de soluciones entre 0 y 1.

Como consecuencia de la conservación de la monotonía, el método también conserva la monotonía espacial de perfiles iniciales monótonos. Además, es fácil encontrar condiciones bajo las cuales se conserve la monotonía temporal de las aproximaciones. De tal manera, el método propuesto conserva muchas de las características esenciales de las soluciones de onda viajera del modelo bajo estudio y mejora, por mucho, algunos esfuerzos previos del autor en la dirección de discretizaciones lineales (Macías Díaz *et al.*, 2011; Macías Díaz, 2012), las cuales hacen uso de la teoría de M-matrices (Fujimoto y Ranade, 2004).

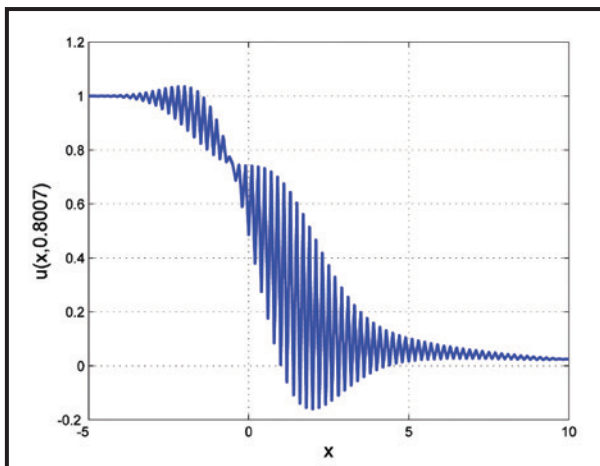


Figura 4. Solución numérica obtenida para $\Delta x = 0.1$, $\Delta t = 0.0051$ y $p = 3$, al instante de tiempo 0.8007. La gráfica ilustra la necesidad de la condición $R < \frac{1}{2}$ para garantizar la acotación y la positividad de soluciones.

DISCUSIÓN

Es de notar que el método no es exacto en general, en el caso en el que $p = 1$; sin embargo, la técnica puede ser expresada de manera explícita usando el cambio de variable $v = \sqrt{u}$ y tomando la raíz positiva de la cuadrática resultante. En general, es necesario implementar el método de Newton-Raphson para aproximar la solución numéricamente. Las propiedades de convergencia y estabilidad del método no se presentan en este manuscrito, en vista del perfil divulgativo de la publicación.

Con el fin de ilustrar la validez de nuestros resultados, se proponen algunas simulaciones para un perfil inicial del tipo Heaviside con

centro en el origen. Se imponen condiciones homogéneas de Neumann en la frontera.

Se fija $\Delta x = 1$, $\Delta t = 0.1$ y $p = 3$. Las figuras 2 y 3 presentan las soluciones aproximadas por nuestro método en varios instantes de tiempo. Los resultados muestran la capacidad de nuestra técnica de conservar la acotación de las soluciones entre 0 y 1. Finalmente, se toma $\Delta x = 0.1$, $\Delta t = 0.0051$ y $p = 3$, de manera tal que $R > \frac{1}{2}$. La figura 4 muestra la solución aproximada del tiempo 0.8007. La gráfica sugiere que la condición $R < \frac{1}{2}$ no sólo es necesaria para garantizar la acotación de las soluciones numéricas entre 0 y 1, sino que también es necesaria para garantizar la estabilidad del método. Este es un problema abierto para un trabajo futuro.

CONCLUSIONES

En este trabajo se propuso un método de diferencias finitas para aproximar las soluciones de una ecuación diferencial difusiva con régimen de reacción de raíz cuadrada. El modelo matemático es una extensión de la famosa ecuación de Fisher de física nuclear y de dinámica poblacional, para el cual existen soluciones de onda viajera acotadas entre 0 y 1. Estas son espacial y temporalmente monótonas, y convergen asintóticamente a 0 y 1 en cualquier instante de tiempo. El método presentado en este trabajo, es capaz de conservar la positividad y la acotación de perfiles iniciales, así como la monotonía temporal y espacial de las aproximaciones.

Los resultados más relevantes de este texto proporcionan condiciones para la existencia y unicidad de aproximaciones acotadas entre 0 y 1. El método propuesto es una discretización en dos pasos, no estándar y no lineal, y su implementación computacional requiere del método de Newton-Raphson. Se proporcionaron simulaciones numéricas para ilustrar el hecho que la técnica conserva las propiedades mencionadas más arriba.

Es importante mencionar que aún quedan varios problemas de interés tras la publicación del presente trabajo. Los análisis de estabilidad y convergencia, así como la discusión a detalle de la propagación del error en casos específicos, son probablemente los problemas de carácter

teórico que más acaparan la atención. Desde un punto de vista pragmático, el empleo del método en la determinación de características inherentes a la solución de nuestro modelo, es un tema abierto de investigación. En particular,

la determinación de la dependencia de la velocidad de propagación de ondas con respecto al parámetro p , es uno de los temas de interés.

LITERATURA CITADA

- FISHER, R.A., The wave of advance of advantageous genes. *Annals of Eugenics*, 7: 355-369, 1937.
- FUJIMOTO, T.; RANADE, R.R., Two characterizations of inverse-positive matrices: The Hawkins-Simon condition and the Le Chatelier-Braun principle. *Electronic Journal of Linear Algebra*, 11: 59-65, 2004.
- KOLMOGOROV, A.; PETROVSKY, I.; PISCOUNOV, N., Étude de l'équations de la diffusion avec croissance de la quantité de matière et son application a un problème biologique. *Bulletin of the University of Moskou, International Series*, 1A: 1-25, 1937.
- MACÍAS DÍAZ, J.E., On a boundedness-preserving semi-linear discretization of a two-dimensional nonlinear diffusion-reaction model. *International Journal of Computer Mathematics*, 89: 1678-1688, 2012.
- MACÍAS DÍAZ, J.E.; PURI, A., On some explicit non-standard methods to approximate nonnegative solutions of a weakly hyperbolic equation with logistic nonlinearity. *International Journal of Computer Mathematics*, 88: 3308-3323, 2011.
- MACÍAS DÍAZ, J.E.; RUIZ RAMÍREZ, J.; VILLA, J., The numerical solution of a generalized Burgers-Huxley equation through a conditionally bounded and symmetry-preserving method. *Computer Mathematics with Applications*, 61: 3330-3342, 2011.
- MICKENS, R., Wave front behavior of traveling wave solutions for a PDE having square-root dynamics. *Mathematics and Computers in Simulation*, 82: 1271-1277, 2012.
- POLYANIN, A.D.; ZAITSEV, V.F., *Handbook of Nonlinear Partial Differential Equations*. Estados Unidos de América: Chapman and Hall, 2004.
- TOMASIELLO, S., Numerical solutions of the Burgers-Huxley equation by the IDQ method. *International Journal of Computer Mathematics*, 87: 129-140, 2010.
- WANG, X.Y.; ZHU, Z.S.; LU, Y.K., Solitary wave solutions of the generalized Burgers-Huxley equation. *Journal of Physics A.*, 23: 57-79, 1990.

Caracterización y comparación de la cultura organizacional en dos empresas manufactureras multinacionales en el estado de Aguascalientes. Estudio de caso

Characterization and comparison of organizational culture in two multinational manufacturing companies in the state of Aguascalientes. Case study

Carlos Roberto Rodríguez Castellanos,¹ Laura Romo Rojas²

Rodríguez Castellanos, C.R; Romo Rojas, L., Caracterización y comparación de la cultura organizacional en dos empresas manufactureras multinacionales en el estado de Aguascalientes. Estudio de caso. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*. 57, 32-39, 2013.

RESUMEN

Esta investigación aborda la cultura organizacional de empresas manufactureras multinacionales en el estado de Aguascalientes, México; además, compara y determina si existen similitudes significativas entre ambas empresas. La cultura organizacional es esencial para cualquier empresa y permite comprender el significado que los trabajadores dan a su realidad organizacional. Se utilizó el método de estudio de caso; se aplicó una encuesta a una muestra de trabajadores de nivel operativo de 270 y 171 personas en cada una. El tipo de cultura dominante es la de mercado; pero existen diferencias estadísticas significativas en los tipos de culturas de las empresas analizadas. La cultura organizacional dominante de tipo mercado, concuerda con la cultura organizacional que se presenta en las empresas manufactureras multinacionales.

Palabras clave: cultura organizacional, empresas manufactureras multinacionales.

Keywords: organizational culture, multinational manufacturing companies.

Recibido: 11 de Octubre de 2012, aceptado: 7 de Diciembre de 2012

¹ Departamento de Administración Básica, Centro de Ciencias Económicas y Administrativas, Universidad Autónoma de Aguascalientes, crrodr@correo.uaa.mx.

² Departamento de Administración Básica, Centro de Ciencias Económicas y Administrativas, Universidad Autónoma de Aguascalientes.

ABSTRACT

The research characterizes the organizational culture in two multinational manufacturing companies in the state of Aguascalientes; besides comparing and determining whether there are significant similarities between the two cultures. Organizational culture is essential for any business and it functions for understanding the meaning that employees give to their organizational reality. A case study method was used in two companies; a survey was applied to a sample of 270 and 171 people in each company. Results: Hypothesis is verified, the type of dominant culture is that of market; but there are significant differences in the types of cultures of the companies analyzed. Conclusion: the dominant organizational culture type market, matches the organizational culture that occurs in multinational manufacturing companies

INTRODUCCIÓN

En este trabajo se pretende representar la cultura organizacional existente en grandes empresas manufactureras, que son de nacionalidad diferente al país en el que se encuentran establecidas; asimismo, se diagnostica si se presentan diferencias o semejanzas entre las mismas. En la actualidad resulta trascendente analizar este tipo de organizaciones que no son nativas del lugar donde están ubicadas y que, por lo tanto, pretenden instaurar una cultura que resulta diferente a la nación de origen, puesto que las diferencias culturales pueden promover la cooperación

además de separar o unir grupos (Hofstede *et al.*, 2010: 22). Para las empresas extranjeras, el establecerse en un sitio distinto al país de procedencia trae consigo muchas ventajas, como el acceso a una fuerza de trabajo calificada y con un menor costo, una menor dependencia de la situación económica o política de su país, una posición de mercado más amplia o el logro de economías de escala; sin embargo, éstas se ven empañadas si es que las empresas habrán de desempeñarse con personas de diferente nacionalidad, puesto que no es posible cambiar la manera en que la gente piensa, siente o actúa simplemente importando instituciones extranjeras (Hofstede *et al.*, 2010: 24), debido a lo cual es posible que haya una brecha entre el comportamiento esperado por la organización y el que en realidad se presenta en sus trabajadores. Almodóvar (2009: 38), a esta divergencia entre la cultura de un país y la de una organización, la llama "distancia cultural", que puede definirse como el factor que rodea las diferencias culturales entre el país anfitrión y el huésped, esto en relación con la forma de hacer los negocios y la manera de entender y desarrollar las transacciones y acuerdos de ambos países. A la par de esto, Almodóvar (2009: 38) menciona que el grado de la distancia cultural dependerá primeramente de las características de la empresa multinacional y, en segundo lugar, del medio ambiente del país anfitrión. Lertxundi y Landeta (2010: 143) confirman que un contexto cultural favorable contribuye a mejores prácticas administrativas, mientras que su ausencia inhibe la dinámica organizacional, por lo que las empresas debieran considerar en todo momento el encaje de los valores culturales del país de localización. Por su parte, Viegas (2011: 40) habla de la existencia de una distancia cultural, la cual es compleja y multidimensional, originada por diversas causas que afectan de diferente forma el desempeño de una empresa multinacional.

Pettigrew (1979: 574) menciona que la cultura es el sistema donde pública y colectivamente son aceptados los significados (símbolos, lenguaje, ideología, creencias, rituales y mitos), que se presentan en un grupo en un momento determinado; este sistema de términos, formas, categorías e imágenes hace que las personas le den su propia interpretación a lo que están viviendo. Schein (2010: 18) define a la cultura organizacional como "un modelo de presunciones básicas inventadas, descubierta o desarrollada por un grupo al ir aprendiendo a enfrentarse

con sus problemas de adaptación externa e integración interna, que haya ejercido la suficiente influencia como para ser consideradas válidas y, en consecuencia, ser enseñadas a los nuevos miembros como el modo correcto de percibir, de pensar y de sentir esos problemas". Según Schein (2010: 20), la cultura se genera bajo un constante aprendizaje inconsciente, aunque en ocasiones la tendencia es que en algunas empresas se lleve a cabo un proceso para transmitir una cultura organizacional proveniente de otros países.

Scheffknecht (2012: 73) menciona que las organizaciones multinacionales han percibido que a nivel global no cuentan con una cultura organizacional homogénea, por lo que la mayoría de esas empresas tratan de establecer una que sea común. Kamaluddin y Rahman (2010: 584) refieren que la cultura propia de un país tiene un fuerte efecto en la forma como la gente se comporta, lo cual es significativo en la decisión e implantación de la cultura organizacional, sus normas y sus prácticas. Braunscheidel, Suresh y Boisnier (2010: 903) afirman que los estudios organizacionales deberían considerar la presencia de subculturas en una organización, además del impacto en sus prácticas y desempeño. Según Cameron y Quinn (2006: 73), uno de los aspectos más trascendentales respecto a la cultura es la congruencia que ésta pueda tener, es decir, mantener el mismo tipo de cultura en distintas partes de la organización, lo cual se consigue con estrategias, estilo de liderazgo, sistema de recompensas, o administración de empleados alineados con los valores dominantes.

Cameron y Quinn (2006: 70) establecieron una tendencia en cuanto al tipo de cultura organizacional que se pudiera presentar dependiendo del sector al que pertenece la empresa. Por ejemplo, encontraron que en una organización que se dedica a la producción de partes estandarizadas o en una empresa gubernamental el tipo de cultura dominante es la jerárquica; en una organización que se dedica a la manufactura de alta tecnología el tipo de cultura principal es la adhocrática, mientras que en una organización multinacional manufacturera, la cultura preponderante es la de tipo mercado. En el estado de Aguascalientes, García, Martínez, Maldonado *et al.* (2009: 135) indagaron acerca de la cultura organizacional en empresas micro, pequeñas y medianas, encontrando que la cultura sobresaliente era la cultura organizacional

de tipo clan. Beyene (2012: 3) realizó un diagnóstico de la cultura organizacional por medio del cual se analizó una empresa dedicada a la consultoría administrativa, y los resultados obtenidos le indicaron que la cultura principal era la de tipo clan, la cual se distingue por contar con miembros que comparten valores y objetivos, estar cohesionados y tener una predilección por el trabajo en equipo.

Para evaluar el tipo de cultura organizacional, habrá de utilizarse el instrumento Organizational Culture Assessment Instrument (OCAI) de Cameron y Quinn (2006: 26), fundamentado en el modelo Competing Values Framework, de Quinn y Rohrbaugh (1983: 372), que establece cuatro tipos de culturas principales:

1. Cultura Jerárquica. Se da en empresas que con un enfoque hacia al interior, que requieren de estabilidad y control, con procesos estandarizados, por lo que un empleado no necesita preocuparse por cómo actuar en su trabajo, lo que trae consigo poca necesidad por realizar un gran esfuerzo al desempeñar las labores o actuar de forma innovadora (Cameron y Quinn, 2006: 37).
2. Cultura Mercado. Se enfoca a las transacciones con el medio ambiente externo, con proveedores, clientes, contratistas, etc. El supuesto básico de esta cultura es que el medio ambiente externo es hostil, los consumidores se preocupan por la competitividad y los administradores deben incrementar su productividad, beneficios y resultados (Cameron y Quinn, 2006: 39).
3. Cultura Clan. Se tiene la creencia de que el ambiente puede ser administrado mejor por medio del trabajo en equipo, el desarrollo de los empleados, un acercamiento fraternal con los clientes; o promoviendo en la gente su participación, compromiso y lealtad (Cameron y Quinn, 2006: 41).
4. Cultura Adhocrática. Supone que la innovación y vanguardia de la organización son las claves para el éxito; que la empresa debe promover el desarrollo de nuevos productos y servicios, estando siempre preparada para el futuro; se promueve la creatividad y el emprendedurismo (Cameron y Quinn, 2006: 43).

El objetivo de la investigación es caracterizar la cultura organizacional de empresas grandes manufactureras multinacionales establecidas



Figura 1. Trabajadora ensamblando piezas.

en el estado de Aguascalientes, México; además de comparar y determinar si existen similitudes significativas entre ambas culturas; para esto se estableció la siguiente hipótesis: "la cultura organizacional predominante en las dos empresas multinacionales es la de mercado".

MATERIALES Y MÉTODOS

Con el objetivo de obtener la información necesaria para llevar a cabo el estudio, se realizó una investigación empírica, para lo cual se sondearon diferentes empresas multinacionales preguntando si estarían dispuestas a trabajar en una indagación como ésta. Después de entrevistarse con directivos de diversas organizaciones, existió el consentimiento de parte de dos compañías, las cuales se pusieron a la disposición del investigador. La investigación únicamente se centró en trabajadores del nivel operativo, puesto que se considera que es una parte fundamental de la empresa tanto cuantitativa como cualitativamente, en donde realmente permea la cultura de la organización. Se utilizó un muestreo aleatorio simple con un nivel de confianza de 94.5% y un margen de error de $\pm 5.5\%$; las encuestas fueron aplicadas en mayo y julio de 2011, respectivamente, obteniendo 270 y 171 cuestionarios contestados por las dos empresas (tabla 1).

Con base en el modelo *Competing Values Framework* (Quinn y Rohrbaugh, 1983: 372), se diagnosticó la cultura organizacional presente (ver figura 1), teniendo como base cuatro tipos denominadas: jerárquica, mercado, clan y adhocrática. Dichas culturas están establecidas sobre dos ejes principales: el primero se refiere a la flexibilidad en la organización que tiene como

Tabla 1. Ficha técnica de la investigación

Características	Caso 1	Caso 2
Población	1,800 empleados de nivel operativo	918 empleados de nivel operativo
Ámbito de estudio	Instalaciones de la planta	Instalaciones de la planta
Unidad muestral	Empresa estudio de caso	Empresa estudio de caso
Recolección de la información	Encuesta personal	Encuesta personal
Procedimiento de muestreo	Estudio de caso. Muestreo probabilístico (MAS)	Estudio de caso. Muestreo probabilístico (MAS)
Tamaño de la muestra	270 trabajadores de nivel operativo	171 trabajadores de nivel operativo
Margen de error de muestreo	±5.5 % con un nivel de confianza del 94.5%, con p=0.5	±5.5 % con un nivel de confianza del 94.5%, con p=0.21
Fecha del trabajo de campo	Mayo de 2011	Julio de 2011
Paquete estadístico	SPSS 15	SPSS 15

Fuente: elaboración propia.

contraparte la búsqueda de la estabilidad, mientras que el segundo tiene el enfoque hacia el exterior de la organización y en el extremo el énfasis hacia el interior (figura 2).

Para la aplicación del cuestionario se tomaron en cuenta los siguientes aspectos de la cultura organizacional: características principales, administración de empleados, cohesión en la organización y énfasis estratégico. Cada uno de los

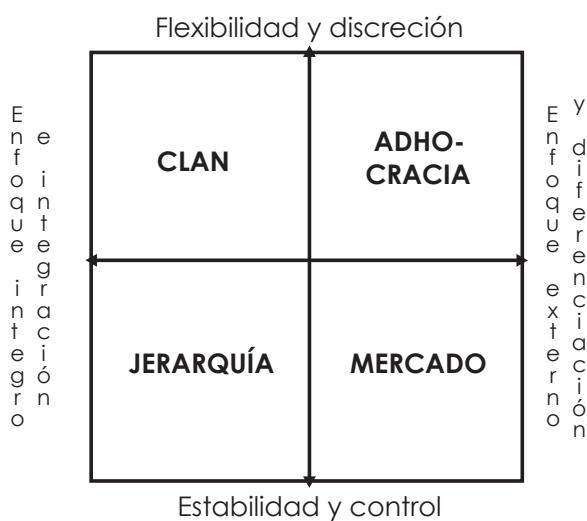


Figura 2. Modelo Competing Values Framework.
Fuente: Cameron y Quinn (2006: 35).

aspectos tiene cuatro alternativas, en las cuales son divididos un total de 100 puntos, dependiendo del grado en el que la organización a la que se pertenece es similar a la descrita en el cuestionario; asimismo, se da una mayor cantidad de puntos a la alternativa que describe de mejor manera a la empresa.

RESULTADOS

a) Caracterización de la cultura organizacional en las empresas estudio de caso.

Los resultados referentes a los aspectos primordiales son:

1. Características principales. Se determinó la opinión de los trabajadores referente a cómo perciben en general a la organización, encontrando patrones similares, teniendo como cultura organizacional dominante la de tipo mercado, con 33 y 28%, respectivamente (figura 3).
2. Administración de empleados. Los resultados revelan una disparidad entre los dos casos, mientras que en el caso uno se muestra que la cultura dominante es la de tipo clan con 29%, en el caso dos la cultura dominante es la jerárquica con 32% (ver figura 4).
3. Cohesión en la organización. Se encontró que los trabajadores advierten como cultura

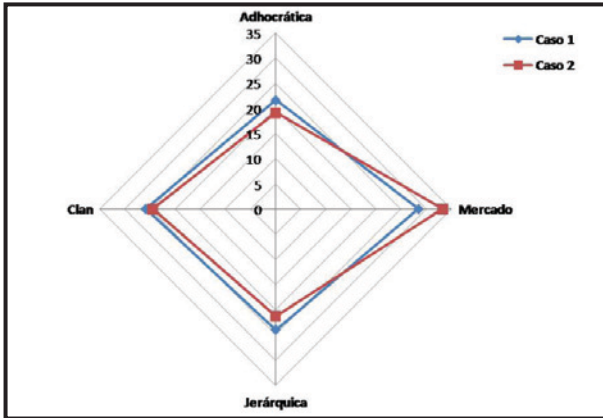


Figura 3. Características principales.
Fuente: elaboración propia.

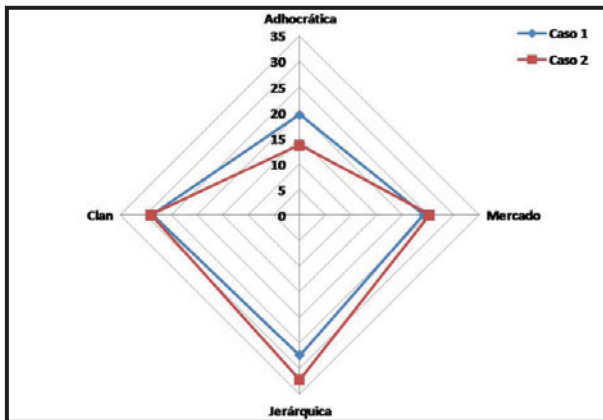


Figura 4. Administración de empleados.
Fuente: elaboración propia.

dominante la de mercado, con 29 y 32%, respectivamente, es decir, que aquello que los mantiene unidos se relaciona con esta cultura (figura 5).

4. Énfasis estratégico. Se encontró que trabajadores distinguen que el tipo de cultura organizacional dominante es la de mercado con 32 y 39%, respectivamente, lo cual tiene que ver con el tipo de estrategia (figura 6).

Al hacer un balance de los diferentes aspectos analizados de la cultura organizacional, se obtuvo como resultado que en ambas empresas la cultura dominante fue la de mercado con 28 y 32%, respectivamente (figura 7). Es importante destacar que a nivel general, los resultados coincidieron en cuanto a la jerarquización de los tipos de cultura organizacional, mostrando por ejemplo que la cultura menos dominante es la adhocrática con 20 y 18%, respectivamente.

Con base en lo anterior y teniendo el dominio de un tipo de cultura organizacional de mercado, se muestra que los trabajadores distinguen que la empresa tiene una orientación hacia

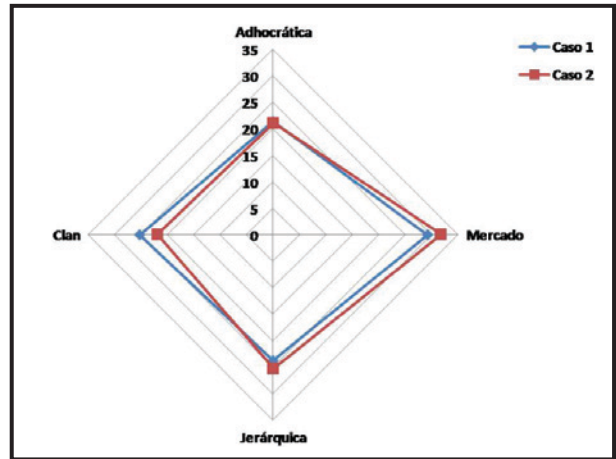


Figura 5. Cohesión en la organización.
Fuente: elaboración propia.

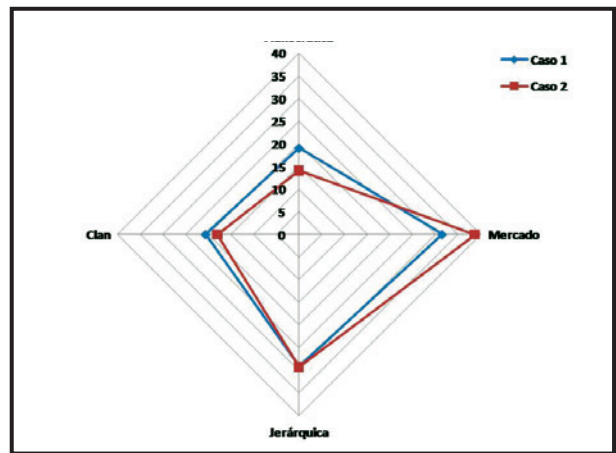


Figura 6. Énfasis estratégico.
Fuente: elaboración propia.

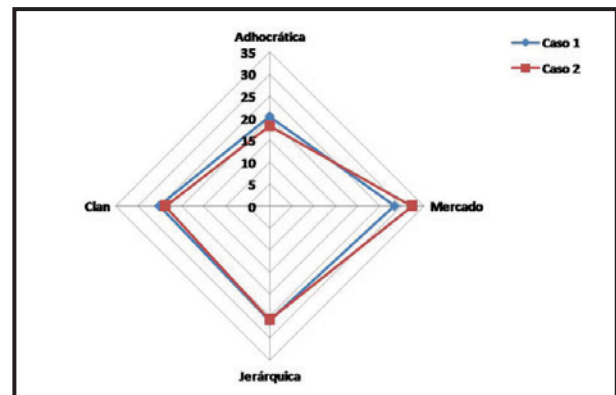


Figura 7. Cultura organizacional en los dos casos.
Fuente: elaboración propia.

los resultados, la gente busca ser competitiva y aquello que la mantiene unida es el afán de triunfo y una mayor penetración en el mercado.

b) Comparación de la cultura organizacional en las dos empresas estudio de caso.

Con el objeto de encontrar la existencia de similitudes en cuanto a los tipos de cultura organizacional entre las empresas, se realizó la prueba estadística U de Mann-Whitney; a continuación se muestran los resultados obtenidos:

De los resultados obtenidos por medio del análisis no paramétrico, respecto a la compara-

ción que se hace entre los diferentes tipos de cultura organizacional de los dos casos, en general no se encuentran semejanzas significativas que permitan suponer una relación entre las culturas analizadas; sólo en el caso de la cultura organizacional jerárquica (ver tabla 2) puede hablarse de cierta similitud, sin embargo, el valor de p es muy pequeño. Debe precisarse que en la estadística descriptiva (tabla 2) la cultura jerárquica en ambas empresas estuvo en un segundo lugar respecto a las opiniones de los trabajadores, sólo por detrás de la cultura mercado. Debido a esto, puede mencionarse que no hay una relación fuerte entre las culturas organizacionales de las empresas estudiadas.

Tabla 2. Resumen de hipótesis de comparación de las culturas organizacionales

Cultura organizacional	Hipótesis	Valor p	Observaciones
Adhocrática	$H_0: \mu_{E1\ CO_AD} = \mu_{E2\ CO_AD}$ $H_1: \mu_{E1\ CO_AD} \neq \mu_{E2\ CO_AD}$	0.000*	Existe diferencia estadística significativa, por lo que se rechaza H_0 .
Jerárquica	$H_0: \mu_{E1\ CO_JE} = \mu_{E2\ CO_JE}$ $H_1: \mu_{E1\ CO_JE} \neq \mu_{E2\ CO_JE}$	0.384	No existe diferencia estadística significativa, por lo que se rechaza H_0 .
Mercado	$H_0: \mu_{E1\ CO_ME} = \mu_{E2\ CO_ME}$ $H_1: \mu_{E1\ CO_ME} \neq \mu_{E2\ CO_ME}$	0.000*	Existe diferencia estadística significativa, por lo que no se rechaza H_0 .
Clan	$H_0: \mu_{E1\ CO_CL} = \mu_{E2\ CO_CL}$ $H_1: \mu_{E1\ CO_CL} \neq \mu_{E2\ CO_CL}$	0.010*	Existe diferencia estadística significativa, por lo que se rechaza H_0 .

* Diferencia estadística significativa.

Fuente: elaboración propia.

DISCUSIÓN

De los resultados obtenidos respecto a la caracterización de la cultura organizacional de las empresas estudio de caso, se observa que éstos son sumamente similares. Por ejemplo, los rangos de ordenación de las culturas en ambas empresas son los mismos; se percibe como cultura dominante la de tipo mercado, en segundo lugar, la cultura jerárquica, en tercero, la de clan y, en cuarto, la adhocrática. No obstante, al analizar la cultura organizacional de la empresa dos, se muestra que hay una mayor preponderancia de la cultura mercado (32%), ya que casi una tercera parte de los trabajadores encuestados coinciden con esta afirmación, mientras que en el caso uno



Figura 8. Trabajadores realizando su labor.

los rangos de valores entre las diferentes empresas son muy semejantes, por lo que la diferencia entre la primera y la segunda cultura es de apenas 2.3 puntos porcentuales, lo que indica que no hay una cultura dominante. A este respecto, Quinn y Rohrbaugh (1983: 375) sugieren que en una organización no necesariamente se precisa tener una cultura organizacional dominante, ya que es posible desempeñarse eficazmente teniendo las fortalezas de cada una de las culturas. Al comparar el presente estudio con algunos otros, como el de García, Martínez, Maldonado *et al.* (2009: 135), se encontró que la cultura dominante no coincide con lo que ellos indagaron en las micro, pequeñas y medianas empresas del estado de Aguascalientes, puesto que su investigación muestra que la cultura principal es la de tipo clan, mientras que en este estudio sobresale la cultura mercado. Por otro lado, al hacer la confrontación de este estudio con el realizado por Cameron y Quinn (2006: 70), en el cual encontraron que la cultura organizacional dominante en una empresa manufacturera multinacional es la de tipo mercado, coincide con la observada en los dos estudios de caso. Respecto a la semejanza entre la cultura organizacional de las dos empresas analizadas, no se encontró evidencia suficiente de que haya una relación entre cada uno de los tipos de cultura; únicamente en el caso de la jerárquica los resultados muestran que no hay una diferencia estadística significativa entre la cultura organizacional jerárquica de ambas empresas, esto a pesar de que los casos se refieren a empresas con muchas similitudes.

CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos de la investigación, primeramente se puede decir que el tipo de cultura organizacional dominante en las dos empresas estudio de caso fue la de tipo mercado, lo que permite no rechazar la hipótesis. El que la dominante sea la de tipo mercado, concuerda con la cultura organizacional que tiende a presentarse en las empresas manufactureras multinacionales, según los hallazgos de Cameron y Quinn (2006: 70). Esto habla de que los trabajadores de nivel operativo, en general, laboran con una orientación a resultados u objetivos, con un enfoque a largo plazo, que pretenden ser más competitivos, además de conseguir que la empresa en donde laboran tenga una mayor penetración de mercado y liderazgo. En cuanto a las semejanzas entre la cultura organizacional de ambas empresas, la evidencia encontrada manifiesta que en general existen diferencias estadísticas significativas. El conocer el tipo de cultura organizacional existente en dos empresas manufactureras multinacionales, permite a las organizaciones estar en la posibilidad de generar estrategias encaminadas a incrementar sus competencias empresariales, así como hacer correcciones a la forma en que se desenvuelven. Finalmente, es importante precisar que esta investigación únicamente estudió a dos organizaciones por lo que se puede ampliar la aplicación del instrumento a otras empresas y existe la posibilidad de posteriores estudios organizacionales que puedan generalizar los resultados obtenidos, así como ahondar en otras variables.

LITERATURA CITADA

- ALMODÓVAR, P., Because Location Matters: What Multinationals Must Know About Cultural Distance. *Journal of Globalization, Competitiveness and Governability*, 3(3): 34-63, 2009.
- BEYENE, T., Diagnosing Ercoe's Organizational Culture and Indicating Members' Preferred Culture. *PM World Today*, XIV, Issue II, 1- 9, February, 2012.
- BRAUNSCHEIDEL, M.; SURESH, N.; BOISNIER, A., Investigating the impact of organizational culture on supply chain integration. *Human Resource Management*, 49(5): 883-911, september-october, 2010.
- CAMERON, K.; QUINN, R., *Diagnosing and changing organizational culture*. USA: Ed. Jossey Bass, 242 pp., 2006.
- GARCÍA, D.; MARTÍNEZ, M.; MALDONADO, G.; MADRID, A.; GONZÁLEZ, M.; VIVANCO, S.; AGUILERA, L., *Innovación y cultura empresarial de las MIPYME*. México: Universidad Autónoma de Aguascalientes, 187 pp., 2009.
- HOFSTEDE, G.; HOFSTEDE, G.; MINKOV, M., *Culture and organizations: Software of the mind*. USA: Mc Graw Hill, 561 pp., 2010.
- KAMALUDDIN, A.; RAHMAN, R., Proceedings of the International Conference on Intellectual Capital. *Knowledge Management & Organizational Learning*, 584-595, 2010.
- LERTXUNDI, A.; LANDETA, J., The effect of cultural context on the efficiency of best practices in human resource management. *Cuadernos de Gestión*, 11(2), 127-148, octubre, 2010.
- PETTIGREW, A., On Studying Organizational Cultures. *Administrative Science Quarterly*, 24: 570-581, december, 1979.
- QUINN, R.; ROHRBAUGH, J., A spatial model of effectiveness criteria: Towards a competing values approach to organizational analysis. *Management Science*, 29: 363-377, 1983.
- SCHEFFKNECHT, S., Multinational Enterprises. Organizational Culture vs. National Culture. *International Journal of Management Cases*, 73-78, 2012.
- SCHEIN, E., *Organizational Culture and Leadership*. USA: Ed. Jossey Bass, 436 pp., 2010.
- VIEGAS, M., Différences culturelles et performance des firmes multinationales. *Revue française de gestion*, 216: 33-44, 2011.

Costos de cumplimiento de inocuidad de empacadoras exportadoras de limón "Persa" en Veracruz, México

Innocuousness compliance costs at "Persa" lemon packinghouses in Veracruz, México

Jorge Aguilar Ávila,¹ Alejandro Vaquero Vera,² Gustavo Almaguer Vargas,¹ Juan Antonio Leos Rodríguez,¹ Belem Avendaño Ruiz³

Aguilar Ávila, J.; Vaquero Vera, A.; Almaguer Vargas, G.; Leos Rodríguez, J.A.; Avendaño Ruiz, B., Costos de cumplimiento de inocuidad de empacadoras exportadoras de limón 'Persa' en Veracruz, México. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*. 57, 40-48, 2013.

RESUMEN

El objetivo del trabajo fue estimar los costos de cumplimiento de empacadoras de limón 'Persa' de dos regiones de Veracruz al implementar un programa de inocuidad determinar la problemática que enfrentan durante el proceso de certificación en Buenas Prácticas de Manejo (BPM) y los beneficios que perciben al cumplirla. Esta información se recopiló por medio de la aplicación de encuestas a las empacadoras de la región. Las certificadas aprecian la inocuidad como una oportunidad para ganar mercados y esperan desplazar a aquellas que no cumplen con la adopción de BPM para el mercado internacional. El principal obstáculo para lograr la certificación es la escasa disponibilidad de recursos financieros, así

Palabras clave: análisis de costos, costos recurrentes, costos no recurrentes, índice de costos relativos al cumplimiento.

Keywords: cost analysis, recurrent cost, non-recurring cost, relating to compliance costs index.

Recibido: 22 de Noviembre de 2012, aceptado: 30 de Enero de 2013

¹ Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agricultura y la Agroindustria Mundial, Universidad Autónoma de Chapingo, jorgechapingo@yahoo.com.mx.

² División de Negocios Internacionales, Universidad Politécnica de Tecámac.

³ Facultad de Economía y Relaciones Internacionales, Universidad Autónoma de Baja California.

como los elevados costos de la infraestructura. La implementación de un programa de inocuidad y los costos que conlleva se consideran una medida no arancelaria que puede afectar las exportaciones de las empacadoras sin certificación.

ABSTRACT

The aim of this work was to estimate the compliance costs at "Persa" lemon packing from two regions of Veracruz to implement an innocuousness program, to define the problems they face during a Good Manufacturing Practices (GMP) certification program and the benefits they notice by fulfilling it. The information was collected by the application of a questionnaire to the packinghouses at the area of interest. Certified companies perceive food safety as an opportunity to gain markets and displace those packing that do not satisfy GMP adoption for international market. The main challenge to get the certification is low financial resources availability, so high costs for amenities. The implementation of a food safety program and its costs are considered as a non-tariff action that may affect exportations from non-certified packing.

INTRODUCCIÓN

Con la liberalización del comercio internacional agropecuario, se esperaba mayor participación de los países en desarrollo en el mercado de exportación hacia los industrializados. Sin embargo, desde inicios de los años noventa los estándares de calidad e inocuidad han crecido significativamente, restringiendo los flujos de comercio y re-

duciendo la liberalización de los mercados (Wilson y Otsuki, 2003).

La inocuidad alimentaria se define como “la garantía de que los alimentos no causarán daños al consumidor cuando se preparen y/o consuman de acuerdo con el uso a que se destinan” (FAO, 2002). Un alimento inocuo es aquel que está libre de agentes contaminantes (microbiológicos, químicos y físicos) que puedan dañar la salud de los consumidores de manera inmediata o en el mediano y largo plazos.

Es difícil garantizar un producto 100% inocuo, pero es posible minimizar los riesgos de contaminación de los alimentos. Al respecto, la FAO (2003) establece las buenas prácticas en la cadena alimentaria. Las unidades de empaque deben cumplir con las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) o fabricación, las cuales “comprenden prácticas destinadas a prevenir y controlar los peligros para la inocuidad del producto, asociados a las fases relacionadas con la poscosecha del mismo, considerando un mínimo impacto de esas prácticas sobre el medio ambiente, la fauna, la flora y la salud de los trabajadores”.

Sin embargo, para las empresas, producir y exportar alimentos inocuos, implica realizar cambios en sus procesos de producción e infraestructura que incrementan sus costos. Se realizan una serie de inversiones que se contabilizan como costos de cumplimiento; es decir, el costo adicional necesariamente incurrido por las empresas para alcanzar los requerimientos que enfrentan para cumplir con una regulación dada (Henson, 2000). Éstos se clasifican en: costos recurrentes, que son aquellos que son repetitivos y tienen lugar cuando una organización produce bienes o servicios similares sobre una base continua; y no recurrentes, que son todos aquellos que no son repetitivos.

En México, el limón ‘Persa’ es un producto de exportación importante. Según datos de INEGI (2010), en 2009, 47.6% de la producción nacional se exportó principalmente a Estados Unidos, y en menor medida a la Unión Europea y Japón. En ese mismo año, Veracruz aportó 62.4% de la producción nacional (SIAP-SAGARPA, 2011).

Estos mercados exigen a México cumplir con una serie de medidas sanitarias en los productos que exporta, lo cual implica que las empresas

empacadoras de limón ‘Persa’ mexicano deban certificarse en BPM, lo que incrementa los costos de producción por los derivados del concepto de inocuidad.

La mayoría de las exportadoras de limón ‘Persa’ desconocen hasta qué punto el cumplimiento de esta normatividad afecta su estructura de costos. De manera general, no contabilizan su incremento en costos debido al cumplimiento de los requisitos para certificarse en BPM; de ahí la importancia de estudiar en empaques de limón ‘Persa’ dichos costos de cumplimiento de la inocuidad. La cuantificación de éstos es necesaria para los exportadores de productos agroalimentarios para poder permanecer en el mercado internacional.

Para conocer el grado en el cual los costos de estas empacadoras se incrementan, el presente estudio tiene como objetivos estimar los costos de cumplimiento recurrentes y no recurrentes en que incurren las empacadoras de limón ‘Persa’ de dos regiones de Veracruz cuando se implementa un programa de inocuidad alimentaria, y determinar la problemática que enfrentan las empacadoras de limón ‘Persa’ de Veracruz durante el proceso de cumplimiento y certificación de las BPM y los beneficios que las empresas perciben al cumplir con la certificación en BPM.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo de campo se llevó a cabo durante el período de 2007 a 2008 con empacadoras de limón ‘Persa’ (*Citrus latifolia*, Tanaka) de dos regiones del estado mexicano de Veracruz: Martínez de la Torre, que se encuentra ubicada en la zona norte del estado, en las coordenadas 20° 04’ de latitud norte y 97° 04’ de longitud oeste, que está a 151 metros sobre el nivel del mar. Es la principal zona productora de limón ‘Persa’ (*C. latifolia*), con 17,624 has sembradas reportadas en 2010, una producción de 161,902 ton para un rendimiento estimado de 14.69 ton/ha (SIAP-SAGARPA, 2011), y Cuitláhuac, que se localiza en las coordenadas 18° 49’ de latitud norte y 96° 43’ de longitud oeste, a 10 metros sobre el nivel del mar, y que es considerada la segunda zona productora de limón ‘Persa’ del estado de Veracruz con 1,139 has sembradas y una producción de 11,470 ton en 2010 (SIAP-SAGARPA, 2011).

Se utilizó información proveniente de encuestas aplicadas a gerentes generales o de inocuidad de las empacadoras.

Encuesta. Ésta se dividió en cuatro apartados:

- a) Información general.
- b) Datos sobre la producción y la comercialización.
- c) Los cambios asociados a la inocuidad alimentaria y las acciones realizadas para el cumplimiento de las buenas prácticas.
- d) Información sobre los beneficios asociados al cumplimiento de las BPM.

Algunas variables determinadas por la encuesta fueron las siguientes: tamaño de la empresa, volumen de producción, comercialización, costos de cumplimiento (recurrentes, no recurrentes, anuales), así como problemática y beneficios apreciados por los encuestados.

La población de estudio se determinó con las empacadoras registradas en el directorio del Consejo Estatal Citrícola A. C., utilizando un método de muestreo simple al azar de varianza máxima, con un nivel de confianza de 90% y una precisión de 10%. Dado un tamaño poblacional (N) de 79 empacadoras, la muestra obtenida (n) fue de 37, las cuales se asignaron proporcionalmente por región, obteniendo así 25 empacadoras en Martínez de la Torre (67.1%) y 12 en Cuitláhuac (32.9%). Cabe destacar que durante la asignación proporcional de la muestra, el número de empresas a encuestar de Cuitláhuac con certificación resultó en sólo una empresa; por este motivo fue imposible determinar una medida de dispersión en esta categoría.

Para la cuantificación de los costos de cumplimiento se utilizó el método de Henson (2000) que emplea la estimación directa. Se calcularon para productores domésticos y exportadores. La comparación de estos costos provee una medida del costo neto adicional del cumplimiento para los exportadores, el cual puede expresarse como "tarifa equivalente". Este método permite distinguir las acciones necesarias para el cumplimiento de las Buenas Prácticas de Manufactura y sus costos asociados.

El método se aplicó para la estimación de costos de cumplimiento asociados con la introducción de nuevos requerimientos técnicos que

tienen que cumplir los productores. Se determinaron los cambios y la adaptación que las empresas empacadoras realizaron en sus procesos mediante la inversión en activos fijos, para cumplir con las BPM y los costos en que incurrieron a lo largo del proceso para obtener productos inocuos: esto es, los costos recurrentes asociados al cumplimiento de la regulación.

El método de Henson (2000) se basa en el proceso que los productores (u oferentes) tienen que seguir para cumplir con los requerimientos técnicos y que consiste en dos etapas: 1) adaptación de los procesos de producción y/o del producto final para facilitar el cumplimiento del estándar especificado y 2) producción y oferta del producto cumpliendo con el estándar especificado y cumplimiento de los procedimientos de aseguramiento de la conformidad.

La primera etapa está asociada con los costos no recurrentes de cumplimiento. Una vez que el gasto se ha realizado para alcanzar el cumplimiento con el estándar se facilita la entrada al mercado. Esto determina la habilidad y voluntad de los exportadores por cumplir con los estándares especificados y ofertar en el mercado de exportación.

La segunda etapa está asociada a los costos recurrentes de cumplimiento, es decir, costos adicionales de producción y aquellos asociados que se requieren para ofertar el producto para demostrar que la conformidad se ha alcanzado. Esta etapa establece el punto hasta el cual los exportadores son capaces de enfrentar barreras al comercio que incrementan sus costos por encima de los productores domésticos.

La aplicación del método giró en torno a la estimación de los costos de cumplimiento asociados a requerimientos técnicos nuevos, para productores domésticos y exportadores. De esta manera, las empresas a encuestar debían localizarse en territorio mexicano, tener historia en la exportación y destinar parte de su producción al mercado estadounidense, de tal forma que efectivamente serían afectados por la regulación.

El diseño de la base de datos para el procesamiento de la información se realizó en el programa SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) para Windows versión 11.5. Los costos analizados fueron los siguientes:

- 1) Costos de cumplimiento no recurrentes: son los artículos de gasto de una sola ocasión que son requeridos para el cumplimiento inicial. Para su estimación se consideraron tanto los nuevos requerimientos, como los costos de cumplimiento asociados al aseguramiento de la conformidad.
- 2) Costos de cumplimiento recurrentes: están asociados con incrementos permanentes en los gastos de operación. Para su estimación se tomaron en cuenta los nuevos requerimientos y los costos de cumplimiento.
- 3) Costo neto adicional no recurrente de cumplimiento para el exportador (NC_x^F): es una medida del costo de cumplimiento neto adicional no-recurrente que los exportadores enfrentan por arriba de los productores domésticos; indica las inversiones adicionales requeridas para la certificación. Se calcula por la siguiente expresión:

$$NC_x^F = C_x^F - C_D^F$$

Donde:

NC_x^F = costo neto adicional de cumplimiento no recurrente para exportadores.

C_x^F = costos de cumplimiento no recurrentes para exportadores.

C_D^F = costos de cumplimiento no recurrentes para productores domésticos.

- 4) Costo neto adicional recurrente de cumplimiento para el exportador (NC_x^v): es una medida del costo de cumplimiento neto adicional recurrente que los exportadores enfrentan, por encima de los productores domésticos y se calcula con la siguiente expresión:

$$NC_x^v = C_x^v - C_D^v$$

Donde:

NC_x^v = costo de cumplimiento recurrente neto adicional del exportador.

C_x^v = costo de cumplimiento recurrente del exportador.

C_D^v = costo de cumplimiento recurrente del productor doméstico.

- 5) Costo anual de cumplimiento: es la suma de los costos no recurrentes depreciados anualmente y costos recurrentes sobre una base anual.

- 6) Costo medio de cumplimiento: es el costo de cumplimiento anual de cumplimiento divididas por el número de unidades producidas por la empresa.
- 7) Costo de cumplimiento respecto al precio del producto: es el porcentaje del costo medio de cumplimiento respecto al precio promedio por tonelada del producto.
- 8) Índice de costos relativos de cumplimiento (I_v): permite la comparación relativa de costos recurrentes para productores domésticos (C_x^v) sobre exportadores (C_D^v) de acuerdo a la siguiente expresión, y provee un rango conveniente del grado en el cual la medida actúa como una barrera al comercio.

$$I_v = \frac{C_x^v}{C_D^v} - 1$$

Que toma valores de 0 cuando $C_x^v = C_D^v$ y se incrementa a medida que los costos de cumplimiento recurrentes netos adicionales enfrentados por los exportadores aumentan.

RESULTADOS

Destinos de comercialización

De acuerdo al criterio de clasificación establecida por la Secretaría de Economía (2002), en Martínez de la Torre no se registraron microempresas, predominan las pequeñas empresas con 64% y las medianas empresas con 32%, las grandes empresas representaron 4%. En Cuitláhuac las pequeñas empresas concentraron 83.3% y las micro y medianas representaron 8.3% cada una. De esta forma, un porcentaje más alto de empresas que ocupan una mayor cantidad de mano de obra, se encuentra en la región de Martínez de la Torre, región pionera en la actividad.

El 100% de las empacadoras encuestadas procesan exclusivamente limón 'Persa'. En Martínez de la Torre, en total, se procesan 12,228 ton/año, mientras que en Cuitláhuac el volumen es de 2,912.5 ton/año. Las empacadoras certificadas en Martínez de la Torre tuvieron un promedio de 15,200 ton/año y las no certificadas 9,484.6 ton/año; en Cuitláhuac las empacadoras certificadas procesaron en promedio 4,200 ton/año y las no certificadas 2,795 ton/año.

La participación de la producción por tamaño de empresa muestra que 27% de las empresas (medianas y grandes) procesó 56.2% de la producción total, mientras que 73% (micro y pequeñas) procesaron 43.8% de la producción, lo que refleja la concentración de la producción en manos de las empresas de mayor tamaño (tabla 1).

Tabla 1. Distribución de las empresas por tamaño de acuerdo a clasificación de la Secretaría de Economía

Tamaño	Distribución (%)	Participación de la producción (%)
Micro	2.7	1.2
Pequeñas	70.3	42.6
Medianas	24.3	34.8
Grandes	2.7	21.4

El limón 'Persa' puede orientarse al mercado nacional o de exportación de acuerdo a su calidad. Las características requeridas se describen en el "Pliego de Condiciones para el uso de la Marca Oficial México Calidad Suprema en Limón Persa" (SAGARPA, 2004), en el cual se especifican características como color, calibre, tolerancias a defectos, y atributos de tamaño, sabor, apariencia, textura, empaque, etiquetado, daños físicos, y minimización de riesgos biológicos, químicos y físicos para la salud humana, que se diferencian de acuerdo a los principales mercados: EUA, Europa y Japón. Estos requisitos son más estrictos para Japón, seguidos de los requeridos por Europa y EUA, en orden de importancia.

Estas diferencias de exigencia de los mercados, aunadas a la cercanía con los EUA, ocasionan que en Martínez de la Torre 89.5% del limón 'Persa' exportado se destine a EUA, 8.2% a la Unión Europea y 2.3% a Japón. El bajo porcentaje destinado a Europa y Japón se debe a que son pocas las empacadoras que pueden cumplir con tales requerimientos. En el caso de Cuitláhuac, 100% de la exportación se destina a los EUA. Esta situación se debe reflexionar, pues al depender prácticamente de un solo mercado la actividad se vuelve más vulnerable y dependiente de sus condiciones, sobre todo ante los posibles efectos económicos en caso de existir un cierre de frontera como barrera técnica al comercio (BTC), como se propone en Avendaño Ruiz *et al.* (2006).

El grado de exigencia de estos mercados y su efecto en el flujo comercial hacia estos coinciden con los presentados por Oyejide *et al.* (2000), quienes cuantificaron el impacto al comercio debido a estándares sanitarios y fitosanitarios para las exportaciones del África subsahariana, y concluyeron que Japón tiene la más alta concentración de barreras no arancelarias, seguido por Europa y EUA. Por su parte, Roberts y De Remer (1997) identificaron que las barreras técnicas para EUA relacionadas al Acuerdo sobre Medidas Sanitarias y Fitosanitarias, correspondieron en 20% a normas de inocuidad, y que dichas medidas se concentraron en el Este asiático con 2,325 casos, en segundo lugar el resto de América con 1,289 casos y en tercero Europa con 909 casos.

Análisis de costos

En cuanto a gastos no recurrentes (tabla 2), las empresas certificadas en ambas regiones han invertido más recursos que las empacadoras no certificadas para el cumplimiento de las BPM; a pesar de haber iniciado el proceso, estas últimas no han cumplido plenamente con los requisitos especificados en el estándar.

Los datos sobre gastos recurrentes fueron mayores en las empacadoras de Martínez de la Torre y pueden explicarse porque la mayoría de estos costos se relacionan con el nivel de producción de la empresa, y dado que las empresas en Martínez de la Torre son más grandes que en Cuitláhuac, entonces los costos son mayores. Al respecto, los costos medios de cumplimiento pueden invertirse al considerar mayores volúmenes de producción en Martínez de la Torre, los costos por unidad se reducen debido a las economías de escala. La suma de los costos recurrentes y no recurrentes se presenta en la tabla 2.

De los resultados anteriores se estimó el costo neto adicional no recurrente de cumplimiento para el exportador (NCXF). Los costos no recurrentes que las empacadoras certificadas enfrentaron por arriba de las empacadoras sin certificar (NCXF) en Martínez de la Torre fueron de \$144,646.50 y en Cuitláhuac de \$1,200,000. Por otro lado, los costos recurrentes impuestos a los exportadores (NCxv) fueron de \$44,541.70 y \$48,427.30 sobre los costos recurrentes de las empacadoras no certificadas para las regiones de Martínez de la Torre y Cuitláhuac, respectivamente.

Tabla 2. Costos de cumplimiento por región y estatus

Región	Estatus	Costos de cumplimiento totales (miles de MX\$)	Costos de cumplimiento recurrentes (miles de MX\$)	Costos de cumplimiento no recurrentes (miles de MX\$)
Martínez de la Torre	Certificadas	787.63 ± 199.9	138.54 ± 43.1	649.09 ± 49.4
	Sin certificar	598.44 ± 154.7	94.00 ± 24.93	504.44 ± 143.9
Cuitláhuac	Certificadas	1,269.20*	69.20*	1,200.00*
	Sin certificar	200.77 ± 46.2	20.77 ± 9.3	180.00 ± 32.8

* Dado que la muestra contempla sólo una empresa para esta categoría, no se determinó medida de dispersión alguna.

El grado en el cual la inocuidad puede actuar como una barrera al comercio se relaciona con el costo medio recurrente de cumplimiento de las BPM; este valor fue \$9.1/ton en la región de Martínez de la Torre y \$16.5/ton en la región de Cuitláhuac (figura 1). Esta diferencia en costos puede explicarse por el cumplimiento del estándar y por otros factores que inciden en los costos de cumplimiento, como los relacionados a la empresa y la región.

El costo medio de cumplimiento para empresas certificadas en Cuitláhuac fue de \$30.8/ton, superior a los costos medios de cumplimiento para las emparadoras de Martínez de la Torre (\$11.2/ton), debido a la importante inversión realizada en costos no recurrentes (figura 1), además del menor volumen de empaclado en Cuitláhuac.

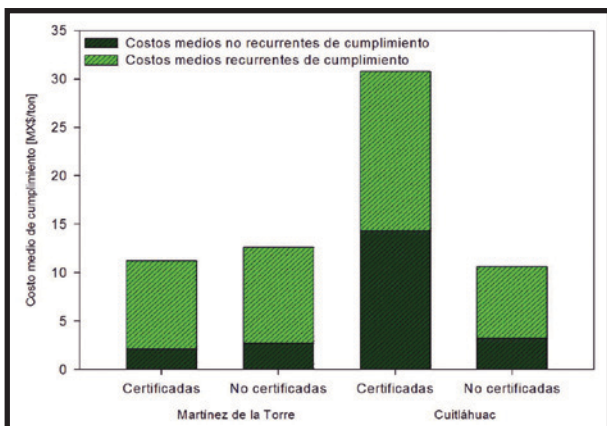


Figura 1. Costos medios de cumplimiento de las emparadoras por región.

El costo de cumplimiento respecto al precio del producto varió entre 0.28 y 0.77% para empresas certificadas (tabla 3). Estos costos podrían representar una ventaja competitiva si se compara con los resultados de Kleinwechter y Grethe (2006), quienes encontraron que los costos de cumplimiento respecto al precio en la implementación del Globalgap en mango en Perú, representó 3.8% del precio del producto. Sin embargo, se debe aclarar que Globalgap es un estándar más estricto que considera las BPM sólo como una parte del proceso, y por otro lado el estudio mencionado se realizó en la producción primaria.

El índice de costos relativos de cumplimiento (Iv) que permite la comparación relativa de costos recurrentes para productores domésticos (C_{xv}) sobre exportadores (C_{Dv}) fue de 0.47 para las emparadoras de Martínez de la Torre y de 2.33 para las emparadoras de Cuitláhuac. Dado que es mayor que cero, el costo de cumplimiento ha sido mayor para las emparadoras certificadas que para emparadoras sin certificar en 47% para la región de Martínez de la Torre y en 233% para la región de Cuitláhuac.

Para las pequeñas empresas la elevada inversión inicial y el difícil acceso a crédito o financiamiento puede limitar la realización de las inversiones necesarias, e impedir cumplir los requerimientos de inocuidad.

Problemática y beneficios de implementar BPM en las emparadoras: apreciación de los actores

El 87.8% de los entrevistados manifestaron como principal obstáculo la escasa disponibilidad de recursos financieros para implementar las BPM, seguido del elevado costo en infraestructura,

Tabla 3. Producción anual, índice de costos relativos, costos de cumplimiento y costos respecto al precio (% del precio/ton) por región y estatus

Región	Producción anual (ton)	Índice de costos relativos de cumplimiento	Estatus	Costo medio de cumplimiento (MX\$/ton)	% del precio/ton
Martínez de la Torre	12,228.0	0.47	Certificadas	11.2	0.28
			Sin certificar	12.6	0.31
Cuitláhuac	2,912.5	2.33	Certificadas	14.3	0.77
			Sin certificar	16.5	0.27

maquinaria y equipo, el volumen de producción y la educación del personal. La mayoría de los entrevistados con la certificación dijeron que implementaron el estándar porque era requerido por los compradores, es decir, por el mercado internacional, y la razón más frecuente de no implementar el estándar fue la carencia de recursos financieros.

Por otro lado, los beneficios percibidos por la implementación de BPM son el incremento en la productividad, mejores condiciones de mercado, una cultura de higiene, mejores condiciones de trabajo, una mejora en la calidad del producto, e infraestructura, así como menor riesgo de ser excluidos del mercado internacional, es decir, mejorar su posición competitiva.

DISCUSIÓN

En el análisis de riesgos de contaminación del producto, las empresas requieren tomar medidas correctivas que en algunos casos implican cambios en la infraestructura y de esta forma, el incremento en los costos puede ser considerable. En el caso de las empacadoras de limón 'Persa' de Veracruz, específicamente de Martínez de la Torre y Cuitláhuac, estos costos han ascendido hasta el orden de más de MX\$1,200,000 en el caso de las empacadoras certificadas de Cuitláhuac. Estos valores se consideran como "tarifa equivalente", que los exportadores pueden capitalizar al incrementar su oferta exportable, siempre y cuando cumplan con la certificación requerida, mientras que se reduzcan las exportaciones de las empresas que no logren certificarse y que podrían limitar su participación en el mercado.

En el caso del limón 'Persa' las empresas certificadas fueron principalmente las empacado-

ras de tamaño mediano tanto en Martínez de la Torre, donde 58.3% de las empresas certificadas son de tamaño mediano, como en Cuitláhuac, región en la que 100% de las empresas también se clasifican como medianas; es decir, a pesar de que las pequeñas empresas representan 70% del total, sólo 30.8% de éstas han logrado la certificación en BPM. Así la certificación se convierte en un factor que ocasionaría la concentración de las exportaciones a mediano y largo plazos en un menor número de empresas pero de mayor tamaño, como lo expresan Zarrilli y Musselli (2004): "las exportaciones agrícolas de los países en desarrollo, están concentradas en pocos productos y en pocos mercados, incluso en el número de empresas exportadoras".

Hay diferentes estudios que muestran cómo las regulaciones sanitarias pueden convertirse en barreras al comercio. Avendaño Ruiz *et al.* (2006) estimaron que la barrera técnica al comercio para cebollín, de 0.20 USD/caja producida, representó 8% adicional a sus costos respecto a los productores domésticos.

Otro estudio fue el presentado por Calvin y Krisoff (1998), quienes concluyen que un problema de barreras técnicas puede ser de hecho más importante que una tarifa respecto al deterioro del comercio, al determinar que una regulación establecida con base en el Acuerdo sobre Medidas Sanitarias y Fitosanitarias en la importación de manzana de EUA a Japón, obstaculiza el comercio convirtiéndose en una barrera técnica.

El nivel de cumplimiento varía porque cada una de las empresas es diseñada y operada de diferente manera, lo que permite a sus administradores cumplir de manera diferente y

adoptar el estándar de acuerdo al diseño de su empresa.

A pesar que las empresas quieran participar en el mercado de exportación, no siempre es posible su certificación. Algunas razones las describen Zarilli y Musselli (2004), quienes afirman que las empresas de países en desarrollo no están bien posicionados en el tema, y perciben a los estándares internacionales como hechos por y para los países desarrollados. Esta percepción se debe a la carencia de información sobre las medidas que afectan sus exportaciones, la incertidumbre de acuerdo a la consistencia con el Acuerdo sobre Medidas Sanitarias y Fitosanitarias de la Organización Mundial de Comercio (OMC) y la información poco confiable del impacto de tales medidas en sus exportaciones. Los países exportadores deben probar que sus productos cumplen con los estándares de inocuidad y esto implica sistemas de certificación que pueden ser costosos y hasta prohibitivos, y como importadores, tienen que justificar con bases científicas sus medidas comerciales.

Una manera de acortar la distancia entre los estándares de los países desarrollados y en desarrollo, lo proponen Oyejide *et al.* (2000) mediante la participación activa de los países en desarrollo en los cuerpos internacionales, en el desarrollo de la capacidad técnica para entender y contribuir a los procesos, a la infraestructura de soporte y con personal entrenado para llevar a cabo evaluaciones de riesgo de clase mundial.

El grado de cooperación en las políticas entre países pueden afectar los flujos de comercio a través de diferencias en los costos de cumplimiento, y dependen del nivel de conciliación regulatoria entre los países socios comerciales. Estos niveles incluyen la *coordinación*, *mutuo reconocimiento*, *reciprocidad* o *equivalencia*, y *armonización*, lo que conlleva a la estandarización de las regulaciones (Hooker y Caswell, 1999).

Respecto al registro de estándares, recientemente se ha buscado la armonización de estándares relacionados con las Buenas Prácticas Agrícolas en todo el mundo. Van der Valk y Van der Roest (2009) describen que México, a través de la marca México Calidad Suprema, ha buscado la aprobación del estándar Mexico Supreme Quality-Gap mediante la homologación con el esquema Globalgap, desde 2004, acreditando-

se en 2009. Además, faculta al Servicio Nacional de Sanidad Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA) la verificación y certificación de los sistemas de reducción de riesgos de contaminación en la producción y empaque de vegetales (SAGARPA, 2007).

CONCLUSIONES

Cuando se implementa un programa de inocuidad alimentaria, las empresas incurren en costos tanto recurrentes como no recurrentes. Estos costos varían en función de la localización de las empacadoras y también en si están o no certificadas en BPM.

En las empacadoras de Martínez de la Torre el costo de cumplimiento anual para empresas certificadas asciende a MX\$170,996.20 anuales, de los cuales 81% corresponden a costos recurrentes y 19% a costos no recurrentes; para empresas en proceso de certificación los costos han ascendido a MX\$119,222.20, de los cuales 79% corresponde a costos recurrentes y 21% a costos no recurrentes; el costo medio de cumplimiento varió entre \$11.2/ton para empresas certificadas y \$12.6/ton para aquellas que no lo están.

Para las empacadoras de Cuitláhuac el costo anual de cumplimiento ascendió a MX\$1,269,200, donde 46% son de costos recurrentes y 54% de costos no recurrentes; para empacadoras sin certificar el costo ha sido de MX\$29,772.70, de los cuales 30% son costos recurrentes y 70% costos no recurrentes.

El índice de costos relativos de cumplimiento para los exportadores fue de 0.47 para



"Empacadora exportadora de limón persa en Veracruz",
fotografía del Dr. Gustavo Almaguer.

empacadoras en Martínez de la Torre y 2.33 para empacadoras en Cuitláhuac. Así, los costos en que incurren los exportadores para el cumplimiento de las exigencias del mercado internacional, principalmente EUA, es 47% mayor que las empacadoras con mercado nacional en Martínez de la Torre y 233% mayor que las empacadoras domésticas de Cuitláhuac.

Las empresas certificadas aprecian la inocuidad como una oportunidad para ganar mercados y esperan desplazar a las que no están cumpliendo con la adopción de las BPM del mercado internacional. Otros beneficios

se refieren a mejoras en la organización de la empresa, condiciones de trabajo, calidad en el producto, eficiencia en los procesos y minimizar el riesgo de ser excluidos de los principales mercados de exportación.

El principal obstáculo para lograr la certificación es la escasa disponibilidad de recursos financieros, así como los elevados costos, derivados principalmente de infraestructura. Las empresas sin certificar la aprecian más como una barrera no arancelaria al comercio agroindustrial.

LITERATURA CITADA

- AVENDAÑO RUIZ, B.D.; SCHWENTESIUS-RINDERMANN, R.; LUGO-MORONES, S., El impacto de la iniciativa de inocuidad alimentaria de Estados Unidos en las exportaciones de hortalizas frescas del noroeste de México. *Región y Sociedad*, 18(36): 7-36, 2006.
- CALVIN, L.; KRISOFF, B., Technical barriers to trade: A case study of phytosanitary barriers and U.S.-Japanese apple trade. *Journal of Agricultural and Resource Economics*, 23: 351-366, 1998.
- FAO, *Sistemas de calidad e inocuidad en alimentos. Manual de capacitación sobre higiene de los alimentos sobre el sistema de Análisis de Peligros y de Puntos Críticos de Control (APPCC)*. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación, 62, 2002.
- FAO, *Elaboración de un marco para las buenas prácticas agrícolas*. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 10, 2003.
- HENSON, S., *Measuring the impact of technical measures on trade in agricultural commodities*. The University of Reading, United Kingdom: Center for Food Economics Research, Department of Agricultural and Food Economics, 2000.
- HOOKER, N.; CASWELL, J.A., A framework for evaluating non-tariff barriers to trade related to sanitary and phytosanitary regulation. *Journal of Agricultural Economics*, 50(2): 234-246, 1999.
- KLEINWECHTER, U.; GRETHE, H., The adoption of the Eurepgap standard by mango exporters in Piura, Peru. *International Association of Agricultural Economists Conference*, 15, 2006.
- OYEJIDE, T.; OGUNKOLA, E.; BANKOLE, Y.S., *Quantifying the trade effect of standards and regulatory barriers: is it possible?* Washington D.C.: 2000.
- ROBERTS, D.; DE REMER, K., *Overview of foreign technical barriers to U.S. agricultural exports*. USDA, 25, 1997.
- SAGARPA, *PC-012-2004-Pliego de condiciones para el uso de la Marca Oficial México Calidad Suprema en limón Persa*. México: SAGARPA, BANCOMEXT, Secretaría de Economía, 17, 2004.
- SAGARPA, *Ley Federal de Sanidad Vegetal*. México, D.F., 22-38, 2007.
- SE, *Ley para el desarrollo de la competitividad de la micro, pequeña y mediana empresa*. México, D.F., 49-55, 2002.
- VAN DER VALK, O.; VAN DER ROEST, J., *National benchmarking against GLOBALGAP. Case studies of good agricultural practices in Kenya, Malaysia, Mexico and Chile*. La Haya: Institute of Food Safety Rikilt, 67, 2009.
- WILSON, J.; OTSUKI, T., *Food safety in food security and food trade*. Washington D.C.: International Food Policy Research Institute, 2003.
- ZARILLI, S.; MUSSELLI, I., *Agriculture and the WTO*. Washington D.C.: 2004.

Dictiotopografía

- INEGI, Anuario estadístico del comercio exterior de los Estados Unidos Mexicanos 2009. De: http://www.inegi.org.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/continuas/economicas/exterior/2009/ANUARIO_ED09/ANU_XD_1.pdf, 22 de septiembre de 2010.
- SIAP-SAGARPA, Avance de siembras y cosechas. De: http://www.siap.gob.mx/Agricola_siap/ResumenProducto.do, 26 de septiembre de 2011.

La construcción de los cuerpos de las mujeres en la ficción cinematográfica

The construction of the women's body in fiction film

Lilia Campos Rodríguez¹, María J. Rodríguez Shadow²

Campos Rodríguez, L.; Rodríguez Shadow, M. J., La construcción de los cuerpos de las mujeres en la ficción cinematográfica. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*. 57, 49-57, 2013.

RESUMEN

El cuerpo humano ha sido objeto de un sinnúmero de significados que han tenido a la diferencia de sexo como uno de sus ejes articuladores, y las concreciones respectivas han ido en dependencia de las culturas y de los tiempos particulares. En este sentido, desde su surgimiento, el cine ha producido, frecuentemente, imágenes de los cuerpos de las mujeres –con una multiplicidad de implicaciones discursivas acordes con la ideología patriarcal– que son admiradas e introyectadas por los distintos sectores de las sociedades. En este orden de ideas y desde la perspectiva de género, nos proponemos problematizar lo ocurrido con algunos casos de películas contemporáneas.

ABSTRACT

The human body has been the subject of endless meanings that have taken to the difference of sex as one of its central elements, and their respective concretions in some cultures and particular times. In this sense, since its origins, cinema has frequently produced, images of women's bodies - with a

Palabras clave: cuerpos de las mujeres, cine, imágenes, cultura, género, sexualidad.

Keywords: women's bodies, movies, images, culture, gender, sexuality.

Recibido: 26 de Octubre de 2012, aceptado: 11 de Enero de 2013

¹ Facultad de Psicología, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, l_car@hotmail.com.

² Dirección de Etnología y Antropología Social, Instituto Nacional de Antropología e Historia.

multiplicity of discursive implications consistent with the patriarchal ideology - they are admired and adopted by the various sectors of societies. From this approach and gender perspective, we propose to analyze what happened in some cases of contemporary films.

INTRODUCCIÓN

Al hacer referencia al cuerpo humano, insoslayablemente surge la premisa de la presencia de un código; es decir, de toda una significación particular –en términos culturales, sociales, históricos, políticos y económicos– que dota de sentido a la anatomía y a la fisiología del cuerpo.

En diferentes momentos, las prédicas científicas han legitimado que las divergencias corporales recientemente detectadas entre hombres y mujeres no sólo eran diferencias, sino que esa distinción significaba una oposición jerárquica, y que esas disimilitudes implicaban que las mujeres debían asumir determinados estatus sociales y cumplir ciertos roles culturales, económicos y políticos; todo ello basado en “hechos” biológicos, esto es, dictados por la naturaleza. Así, a menudo, emergen lecturas que conciben los cuerpos de las mujeres y de los hombres desde una perspectiva dicotómica, en la que el empleo del lenguaje binario concreta diferencias que se traducen en oposiciones y complementaciones, que “justifican” una jerarquía en la que los hombres detentan el poder y lo ejercen.

En este sentido, el pensamiento patriarcal genera ideas que sirven de sustento para la construcción de los cuerpos de la "mujer" y del "hombre", en las que se da prioridad a las diferencias, al mismo tiempo que se les carga de significados que colocan a las mujeres en posiciones de subordinación.

El patriarcado, en tanto modelo de organización social, se halla presente –con una diversidad de matices– en casi todas las culturas.³ Aun cuando se opera en forma distinta en las diferentes sociedades a través de la institucionalización de la jerarquía sexual, los contenidos de los papeles sexuales pueden presentar variaciones al interior de cada entidad social, no obstante, el poder recae en los hombres.

Así, en las distintas culturas a las mujeres se les relega al ámbito de lo doméstico y se define su identidad con base en el desempeño de papeles sociales como: el ser madre, esposa y ama de casa; y para la ejecución de tales roles –a la "mujer"– se le concibe como poseedora de una serie de atributos de género como la dulzura, la calidez, la ternura, la dependencia, la debilidad,

el conformismo, la subjetividad, la pasividad, la docilidad, entre otros (Campos Rodríguez, 2009a).

En lo que respecta al estereotipo del rol sexual femenino, recurrentemente se ha conformado a través de conductas como: la inhibición de la agresividad y de los deseos eróticos, la pasividad, el ser nutriente y receptiva con los hombres, el cultivar el atractivo físico y responder emocionalmente de una manera cálida y amistosa (Campos Rodríguez, 2009a). No obstante, éste adquiere sus diversificaciones en dependencia de los papeles sociales que las mujeres desempeñen: madre, hija, esposa, amante, servidora sexual, por mencionar algunos.

Cabe mencionar que, en diferentes épocas y en distintas sociedades, la sexualidad de las mujeres⁴ ha sido negada, excluida o enfatizada de acuerdo con los intereses políticos y sociales del orden patriarcal, cuyo discurso ha incidido significativamente en el imaginario colectivo. Además, al cuerpo de las mujeres se le concibe como un espacio de placer, deseo, pasión y debilidad; sin embargo, no son las mujeres las depositarias del deseo y del placer, sino sólo quienes pueden provocarlo (Campos Rodríguez y Rodríguez Shadow, 2009). Asimismo, la exhibición del cuerpo con frecuencia adopta connotaciones sexuales,⁵ y las mujeres son sexualizadas y trocadas en objetos de deseo de una manera diferente a los hombres (Connell, 1987). En este sentido, se ha afirmado que: "los cuerpos femeninos han evolucionado con grasa concentrada en ciertas partes que son fácilmente visibles y evaluables [...] los pechos y las caderas. Los hombres de todo el mundo tienden a estar interesados en los pechos de las mujeres, las caderas y las nalgas" (Diamond, 2000: 185-186). "Los hombres ciertamente consideran el atractivo sexual de una mujer en la selección de compañeras para el sexo extramatrimonial" [...] "Los hombres de todas partes y épocas han preferido como media a mujeres [...] con rostros bonitos" (Diamond, 2000: 189-190).

En lo que toca a la sexualidad, se ha producido una diversidad de discursos desde ópticas epistemológicas distintas, con la pretensión de dar cuenta de "eso" que denominamos sexualidad. Sin embargo, en nuestro abordaje, la concebimos fundamentalmente como cultura, que emerge en una sociedad particular y en un

³ Estudiadas hasta ahora. Nos hemos abocado a la revisión de las premisas que se basan en distintas investigaciones para plantear la existencia de un matriarcado entre las comunidades primitivas; sin embargo, la mayoría de esos estudios se sostienen en el examen de las leyendas y los relatos orales y sólo de forma tangencial han abordado los análisis de los restos arqueológicos. En general, no van más allá de la descripción de un pasado glorioso para las mujeres en las sociedades prehistóricas, y carecen de elementos para fundamentar la existencia de un tipo de situación que no implique la subordinación femenina (Rodríguez Shadow y Campos Rodríguez, 2011a).

⁴ Aun cuando elementos como las culturas y las regiones del mundo, los cambios continuos a largo de la historia, los distintos sistemas sociales y los modos de producción han ejercido una influencia significativa.

⁵ Como sostiene Merleau-Ponty, la apreciación de otro soma humano en tanto objeto, "está habitada por una percepción más secreta: el cuerpo visible está subtendido por un esquema sexual [...] que acentúa las zonas erógenas, traza una fisonomía sexual y suscita los gestos del cuerpo masculino integrado en esta totalidad afectiva [...] Un espectáculo tiene para mí una significación sexual, no cuando me represento, aunque sólo fuera confusamente, su relación posible con los órganos sexuales o con estados de placer, sino cuando existe para mi cuerpo, para esta facultad siempre lista a anudar los estímulos dados en una situación erótica y ajustar en ella una conducta sexual. Hay una 'comprehensión' erótica que no es del orden del entendimiento, puesto que el entendimiento comprende el percibir una experiencia bajo una idea, mientras que el deseo comprende ciegamente ligando un cuerpo a otro cuerpo" (1957: 171-172).

momento histórico concreto (Rodríguez Shadow y Campos Rodríguez, 2011b).

Resulta menester la consideración de que el cuerpo mediático es vía de transmisión de símbolos y valores. Así, las concepciones sobre el cuerpo humano se han visto plasmadas en diferentes elementos de la cultura, y el cine no ha sido la excepción (Colaizzi, 2007; Millán, 1999 y Lauretis, 1992). En la revisión de un sinfín de películas encontramos que, con frecuencia, reproducen las denotaciones y las connotaciones que se otorgan al cuerpo referido y que provienen de la ideología de género. En este sentido, y con base en las cinco obras cinematográficas que abordamos en el presente texto, proponemos como hipótesis general de esta investigación que la elaboración de los cuerpos de las mujeres –en los filmes de ficción– reproduce la ideología patriarcal.

Huelga mencionar que, aun cuando el empleo de cinco películas no se considera representativo, para este trabajo fue necesario, por razones de espacio, escoger únicamente algunos casos que dan cuenta del estado de este tipo de cuestiones. Tal elección tuvo como base el que estos filmes –tanto en su argumento como en su discurso visual– adoptan las premisas de la construcción de los somas de las féminas del pensamiento sexista. Estos trabajos cinematográficos se produjeron en la década de los noventa del siglo XX y en la primera de la presente centuria; cuatro son estadounidenses y uno italiano.

En consecuencia, el objetivo general de este estudio consiste en mostrar cómo algunas imágenes de tales películas concuerdan con la construcción simbólica hegemónica de los cuerpos de las mujeres.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló en el marco de la metodología cualitativa: la información proviene de fuentes bibliográficas, hemerográficas y obras cinematográficas. Los hallazgos fueron descritos, analizados e interpretados.

En lo que concierne a los recursos, se emplearon todos los documentos que aparecen en la literatura citada. Se utilizaron los filmes: *Desperado* (de Robert Rodríguez, década de los noventa del siglo XX), *No te muevas* (de

Sergio Castellitto, primera década del siglo XXI), *Mujer bonita* (de Garry Marshall, década de los noventa del siglo XX), *L. A. Confidential* (de Curtis Hanson, década de los noventa del siglo XX) y *Maid in Manhattan* (de Wayne Wang, primera década del siglo XXI).

RESULTADOS

Al ser las imágenes un elemento fundamental en el cine, se encuentran cargadas de una ideología cuyo objetivo estriba en reproducirse. En este tenor, los íconos cinematográficos sobre los cuerpos de las mujeres crean toda una representación que no guarda una relación mimética con un contexto, sino que imbrica significados que tienen su génesis en los discursos hegemónicos imperantes en tiempo y espacio determinados, y que dirigen los pensamientos, emociones y acciones de los seres humanos hacia los fines de un orden social en particular; por ejemplo, una de las imágenes que continuamente aparecen a lo largo de la película denominada *Desperado* (Estados Unidos, 1995), del cineasta Robert Rodríguez. El mariachi (Antonio Banderas) es guitarrista misterioso que regresa en búsqueda de un narcotraficante para matarlo y así vengar el asesinato de su amante y el cercenamiento de una de sus propias manos. Sin embargo, se relaciona con Carolina (Salma Hayek) y juntos enfrentarán a la banda en un duelo.

Asimismo, la lucha de los hombres por la apropiación de la sexualidad de los cuerpos de las mujeres, por una parte, para dotarse de hijos, y por otra, para generarse la admiración de su “potencia viril”, trae como consecuencia, que aparezca la pulsión masculina como lícita y que su expresión no debe ser reprimida. Entonces, el rapto, la violación y la prostitución aparecen como sucedáneos de las permutas civilizadas para apropiarse del cuerpo de las mujeres (Héritier, 2007). Un sinfín de películas ilustran lo anterior, pero para los fines de este trabajo nos remitiremos al filme de Sergio Castellitto, que lleva por título: *No te muevas* (Italia, 2004). Timoteo (Sergio Castellitto) es un frío cirujano –quien después del accidente de su hija Ángela (Elena Perino) y mientras se le efectúa una complicada operación– que evoca los últimos años de su agitada y secreta vida. Su coche se avería y él se queda en una barriada mientras se lo arreglan, ahí conoce a Italia (Penélope Cruz), una dócil y desamparada joven que está al borde de la mendicidad; ebrio por el vodka

que ha ingerido, la viola. Al otro día se disculpa, pero vuelve a forzarla; no obstante, inician una relación destructiva en la que se enamora y que casi destruye su matrimonio.

Los atributos de género como integrantes del discurso hegemónico sobre la feminidad son exhibidos muy frecuentemente en el cine, a través de las efigies de sus cuerpos. Así, en la película *Mujer bonita* (Estados Unidos, 1990), dirigida por Garry Marshall, en la que Edward Lewis (Richard Gere) es un hombre rico, en uno de sus viajes, lleva a su hotel a una prostituta, Vivian Ward (Julia Roberts), para pasar una noche. Pero se siente atraído por la inocencia de la joven y le propone que se quede una semana; y ella acepta por dinero, lapso en el que se enamoran y deciden permanecer juntos.

En este orden de ideas de dar vida a los personajes de las mujeres en tanto objetos sexuales, como se sabe, muchas son las películas en las que presentan a sexoservidoras y, por abocarnos a otro caso, en L.A. *Confidential* (Estados Unidos, 1997), dirigida por Curtis Hanson, que aborda los nexos entre la prostitución femenina y algunos agentes corruptos de la policía de Los Ángeles. Ed Exley (Guy Pearce), Bud White (Russell Crowe) y Jack Vincennes (Kevin Spacey) son las excepciones. En un crimen muere un policía, las pistas llevan a Ed y Bud a un prostíbulo, y se sienten muy atraídos por Lynn Bracken (Kim Basinger), quien trabaja allí. Ella y Bud inician una relación sexual-emocional sin que él pague. Por proteger a Bud, Lynn tiene una interacción sexual con Ed y Bud la golpea. Cuando él regresa para pedirle perdón, ella lo recibe muy amorosa. Al final, los corruptos mueren y esta pareja permanece unida.

Otra de las recurrencias en las obras cinematográficas,⁶ bajo la ideología patriarcal, consiste en la reproducción del cuento de "La cenicienta": *Maid in Manhattan* (Estados Unidos, 2002), cuya dirección estuvo a cargo de Wayne Wang. Marisa Ventura (Jennifer López) es madre soltera y labora en un hotel lujoso como mucama. Un día, mientras está limpiando una habitación, se prueba la ropa de la huésped y ahí conoce

a Christopher Marshall (Ralph Fiennes), quien es un político. Así, él la confunde con una dama de la alta sociedad, luego se da cuenta de su error. Entonces, ella trata de decirle a Christopher su verdadera identidad, pero no lo hace y pasan la noche juntos. Después, ella se aleja; no obstante, pasado el tiempo, se vuelven a encontrar y se quedan juntos.

DISCUSIÓN

Las sociedades –con base en sus propias construcciones culturales, en lo que concierne a determinadas diferencias de los cuerpos de las personas– instauran el orden social a través de los valores, las normas, las prácticas sociales y las instituciones, entre otros.

Asimismo, los sujetos con estos referentes y en lo individual, hacen sus propias reelaboraciones; lo que trae como consecuencia, en el marco de la subjetividad, una gama de heterogeneidades en el contenido semántico que se otorga a las distinciones entre los cuerpos de las mujeres y de los hombres.

En este sentido, resulta menester precisar que cuando la humanidad fue constreñida a incidir sobre sí misma para reglamentar su sexualidad, irrumpió en un nuevo proceso dirigido a reconstruir la sociedad con la finalidad de continuar en ella; así, todas las estructuras concomitantes a lo social que aparecieron –los órdenes sociales nuevos y aquí inventados– se hallan inscritas continuamente en la intimidad de los cuerpos humanos. Misma que entraña una dualidad en términos de lo femenino y lo masculino, empero a la vez, la trasciende.

Como se observa en la figura 1, el cuerpo de la mujer se halla representando a innumerables premisas de la ideología patriarcal; es decir, en este personaje femenino hay una clara alusión a la simbolización de la sexualidad de la mujer que se manifiesta a través de la presencia de elementos como: una cabellera larga y abundante,⁷ los senos muy marcados, una vestimenta ajustada, una postura corporal insinuante y una rosa roja en la mano, por mencionar algunos. Al respecto, los íconos del cuerpo de este personaje han generado comentarios sexistas como: "y como chica de la función una exuberante Salma Hayek, a la que se le ven ese pedazo de par de pechos que se gasta la mujer"; "una estu-

⁶ Televisivas y literarias.

⁷ En vocablos de Morris (2005: 29-30): "Debido a su capacidad de excitar a los hombres, la exposición de una masa de cabello femenino [...] algunas veces ha sido prohibida. Se ha exigido ocultar o cubrir el cabello para eliminar su mensaje potencialmente erótico".



Figura 1. Carolina (Salma Hayek), en *Desperado*.

Fuente: <http://www.zastavki.com/eng/Movies/wallpaper-9773-2.htm>.

penda mujer (y ciertamente esta estupendísima) que le servirá de refugio al guerrero en su momento más bajo" (<http://aquiavaletodo.blogspot.mx/2012/09/desperado.html>). "Robert Rodriguez dirige [...] la candente Salma Hayek en esta entrega explosiva" (http://cine.mysofa.es/pelicula/desperado/critica/321997/el_fantasma_que_toca_la_guitarra).

Cabe agregar que, en la construcción social de los cuerpos de mujeres y de hombres se coloca el acento en su distinción, en lugar de sus similitudes. En esta tónica, Bourdieu señala que el "mundo social construye el cuerpo como realidad sexuada y como depositario de principios de visión y de división sexuentes" (2000: 22).

El mecanismo de etiqueta nombra al cuerpo humano en su totalidad: por las sustancias, por los órganos y, en general, por todo lo que atañe a su forma y a su función en lo que respecta a las diferencias entre sólo dos sexos; y se aboca a atestiguar el orden que debe imperar no únicamente entre éstos dos, sino también más allá de los sujetos y de sus sociedades, en todo el cosmos; y da lugar a una suerte de testimonio –a favor o en contra– de este orden (Godelier, 1996). Estos anclajes simbólicos son tan profundos que, con frecuencia, pasan inadvertidos a las miradas de los sujetos que los ponen en práctica (Héritier, 1996). En este sentido, Bourdieu señala:

Todo orden social saca partido sistemáticamente de la disposición del cuerpo y del lenguaje para funcionar como depósito de pensamientos

diferidos, que podrán ponerse en marcha a distancia y de manera retardada sólo con volver a colocar el cuerpo en uno de esos estados inductores del cuerpo que, como saben los comediantes, provocan estados de ánimo (1991: 118).

En todas las sociedades, el cuerpo es el lugar en el que se suturan, a dorsos del ser humano, dos segmentos de su ser; por una parte, la lógica de las interacciones sociales que cualifican a la sociedad en la que se nace y en la que se está convocado a construirse como actor social –comportándose afirmativa y negativamente– de la reproducción de esta entidad social; y, por otro lado, la parte inconsciente del individuo (Godelier, 1996).

En *No te muevas*, como se ha mencionado, el protagonista viola al personaje central femenino, en un marco de espacio simbólico en el que la crueldad hacia las mujeres es presentada como algo válido. Y como se aprecia en la figura 2, su cuerpo se halla silenciado y dominado por la figura masculina, inclusive en su rostro se observa una resignación que toca la insensibilidad como recurso para amortiguar el dolor. Inclusive, el ángulo de la toma muestra al hombre en lugar más elevado, lo que nos conduce a lo precisado por Ortner y Whitehead: "en la mayoría de las culturas las diferencias entre hombres y mujeres son pensadas, de hecho, como conjuntos de oposiciones binarias asociadas metafóricamente (después de todo, incluso una escala tiene siem-



Figura 2. Italia (Penélope Cruz) y Timoteo (Sergio Castellitto), en *No te muevas*.

Fuente: http://1.bp.blogspot.com/_eLosrDMa2Hg/TPZrMNMJV6I/AAAAAAAAAYo/vvQbV5bEyL8/s1600/no%2Bte%2Bmuevas.jpg.

pre cúspide y base, y éstas son polos opuestos)” (1992: 72).

Sobre este filme se ha dicho que contiene dos elementos negativos, “la alta carga erótica de varios pasajes; y la pasividad de Italia ante las primeras acometidas de Timoteo, poco menos que increíble, e irritante en una sociedad donde abundan las violaciones y la violencia doméstica” (<http://www.decine21.com/Peliculas/No-te-muevas-723>).



Figura 3. Edward Lewis (Richard Gere) y Vivian Ward (Julia Roberts), en *Mujer bonita*.

Fuente: <http://www.peliculas.info/wp-content/uploads/2009/12/Escena-de-Mujer-bonita-con-Julia-Roberts-y-Richard-Gere.jpg>.

En el filme *Mujer bonita*, Vivian posee una cabellera muy sensual, un cuerpo exuberante y con poca vestimenta. Para caracterizar el cuerpo del personaje central femenino se muestran imágenes que, no obstante trabajar como sexoservidora, implican rasgos de personalidad como la dulzura, la ternura, la paciencia, la dependencia, la sumisión, la inocencia y el ser nutricia, entre otros.

Valga referir que, aun cuando las actrices que dan vida a este tipo de personajes no posean

las peculiaridades con las que se construyen los cuerpos de las mujeres en la ideología patriarcal, se recurren a artimañas para lograrlo. Por ejemplo, en este filme, se consideró que Julia Roberts era demasiado delgada y se contrató a una doble para las escenas más sensuales, además, para el póster se recurrió a un fotomontaje para que aparecieran las piernas de la modelo Shelley Michelle (<http://www.taringa.net/posts/info/13813711/mujer-bonita-curiosidades.html>).



Figura 4. Cartel de la película *L.A. Confidential*.

Fuente: <http://www.filmaffinity.com/es/film474411.html>.

En lo que respecta a *L. A. Confidential*, lo primero que llama la atención es la peculiaridad de que en las reseñas halladas en el ciberespacio, el personaje femenino principal no es nombrado⁸ o sólo de manera tangencial.⁹ Sin embargo, en el cartel del filme su figura tiene mayor tamaño que las de los papeles masculinos; además, posee voluptuosidad, los senos están completamente enfatizados, con ropa muy ajustada y la cabellera exuberante y rubia,¹⁰ caracterización que acompaña a este personaje durante toda la película.

Asimismo, ostenta los atributos del género femenino: es dulce, prudente, sacrificada, suave, considerada, bella, cálida, generosa, comprensiva, noble, frágil, nutriente y receptiva con los hombres, por mencionar algunos. Inclusive, “algunos de los mejores diálogos los sostiene Bracken con Bud White o con Exley, tipos duros a los que ella convierte en niños con una mirada o un susurro. Pero Bracken terminará siendo una víctima más, otra criatura solitaria víctima de las circunstancias

⁸ Véase <http://www.filmaffinity.com/es/film474411.html>.
<http://www.imdb.es/title/tt0119488/>.

⁹ Consúltese: http://es.wikipedia.org/wiki/L._A._Confidential.

¹⁰ Según Morris, 2005: 34-35, [en la Roma Antigua] “habitualmente se hacía la distinción de que las rubias auténticas eran ángeles y las rubias falsas eran promiscuas. [...] a finales la década de 1960 [...] un hombre sensato [...] hablando en términos generales, prefiere a una rubia como amante y a una morena como esposa. Las morenas son más íntegras”.

y capaz de perdonar y pedir perdón" (<http://www.blogdecine.com/criticas/la-confidential-el-cine-negro-renovado>).

En este tenor, las culturas generan socializaciones particulares y, no obstante la diversidad que entrañan tales procesos, siempre permanece una diferencia según se trate de "mujeres" o de "hombres".¹¹ En el centro de estas socializaciones se encuentra la carga de significados que se otorga al cuerpo humano y la parafernalia lingüística que le acompaña y que denota y connota lo qué es "ser mujer" o "ser hombre" (Campos Rodríguez, 2009a).

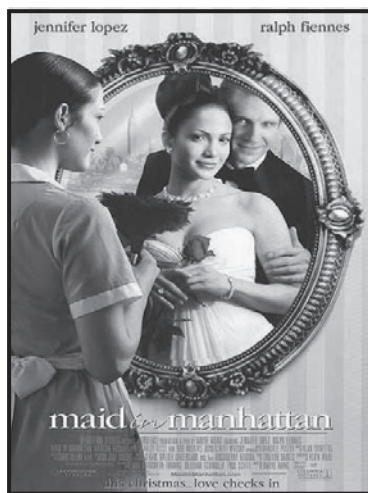


Figura 5. Marisa Ventura (Jennifer López) y Christopher Marshall (Ralph Fiennes), en *Maid in Manhattan*.

Fuente: http://7uz1t4.files.wordpress.com/2012/07/maid_in_manhattan.jpg.

El cartel de *Maid in Manhattan* muestra en el espejo a una mujer con las cualidades que suelen ser enfatizadas por el discurso hegemónico sobre la feminidad con respecto a lo deseado en la esfera de lo romántico; nos referimos a los senos acentuados, la ropa entallada, el peinado estilizado, la presencia de joyas y una rosa roja; también, esta mujer proyecta atributos de género femeninos, como la dulzura, la belleza y el ser receptiva con los hombres.

Asimismo, la figura de la mucama está representando a uno de los elementos fundamentales en la construcción de la identidad de género de la "mujer", la ejecución del trabajo doméstico, al laborar en una extensión de los roles que se les atribuye.

También, el ícono da cuenta de la desigualdad de posiciones en las que se encuentra el personaje femenino, ya que se halla en una situación de inferioridad al ser mucama, en tanto que él es candidato a senador y, en consecuencia, tiene mayor prestigio, poder adquisitivo, capital cultural y simbólico.

Así, en el terreno ideológico y salvo excepciones, las construcciones culturales sobre la mujer y el hombre se han visto constreñidas en una dicotomía, y desde una visión dualista de términos de contrarios. En este sentido, se encuentra la asociación simbólica de las mujeres con la naturaleza, mientras que a los hombres se les vincula con la cultura. Como se sabe, la construcción de estas imbricaciones ha sido usada para colocar a las mujeres en una posición de inferioridad con respecto a los hombres (Campos Rodríguez, 2009b).

Por último, nos interesa apuntar que no todas las películas se hallan, en mayor o en menor medida, en esta situación, ya que también encontramos trabajos cinematográficos en los que las imágenes de los cuerpos de las mujeres están recreando otras realidades y presentan discursos alternativos. Tales son los casos de algunos filmes como *Azul* (1993), *Blanco* (1994) y *Rojo* (1994) del polaco Krzysztof Kieślowski; *¿Y ahora adónde vamos?* (2011) de la libanesa Nadine Labaki; *De tu ventana a la mía* (2011) de la española Paula Ortiz; *Fuego* (1996) y *Cielo* (2008) de la india Deepa Mehta; entre otros. En éstos, los significados de la corporeidad de las féminas trastocan las premisas de la ideología machista, en tanto hacer del cuerpo de las mujeres, objetos sexuales.

CONCLUSIONES

En los cinco filmes abordados en este trabajo, los cuerpos de los personajes se hallan expresando arengas que se derivan de la ideología patriarcal y, por tanto, actúan como muñecos ventrílocuos que no se pueden silenciar y que comunican a interlocutores visibles e invisibles para ellos, discursos que no provienen de sí mismos (Godelier, 1996).

¹¹ Véase Bourdieu (*La dominación masculina* [2000] y *El sentido práctico* [1991]); Godelier (*Las mujeres y el poder político* [1993]); y Héritier (*Masculino/Femenino. El pensamiento de la diferencia* [1996] y *Masculino/Femenino II: Disolver la jerarquía* [2007]).

También, en estas cinco obras cinematográficas la sexualidad adopta formas concretas que proceden del *sine qua non* de la génesis de la elaboración de la sexualidad, es decir, para legitimar condiciones de vida que no guardan relación con ella; y que, sin embargo, la convierte en un océano de fantasmas y de imaginarios a través de los cuales –como se ve– la sociedad la concibe (Godelier, 1996).

Por otro lado, en una sociedad donde los medios de comunicación son, no ya el cuarto poder, sino la herramienta con mayor poder para plasmar, elaborar y controlar el imaginario social, resulta fundamental generar la conciencia de la naturaleza construida, no inocente ni neutral, de las imágenes que nos circundan (Colaizzi, 2007). Además, en un planeta cada vez más visual y caracterizado por la velocidad de sus procesos de comunicación, resulta necesario reflexionar sobre las formas y los fondos de tales procesos; es decir, sobre las maneras en que representan lo que suele denominarse realidad y las interacciones sociales y, también, los cuerpos de las mujeres.

Coincidimos con Colaizzi (2007) cuando menciona que en el estado de la cuestión que actualmente prevalece y en el que las imágenes de las mujeres en el cine, la televisión y la publicidad están dominadas por los estereotipos sobre las "buenas" y las "malas", y en que tal elaboración discursiva preservada en varios siglos en la historia de la humanidad, las miradas de género –que trascienden a esos discursos– son claves en la interrupción de una inercia simbólica.

Las diferentes culturas, en distintos tiempos, han atribuido al cuerpo de los seres humanos –con base en la diferencia de sexo– contenidos semánticos que se han visto plasmados en el cine de ficción. En consecuencia, en estas cinco películas, los cuerpos de las mujeres se construyen con base en las premisas de la ideología patriarcal, de la sexualidad hegemónica y se les caracteriza con los atributos de género femeninos; en términos precisos, nos referimos a los papeles sociales de las mujeres y a sus extensiones en los diferentes espacios de la vida social, al estatus inferior en el que se les coloca con respecto a los hombres, a su percepción en tanto servidoras, objetos sexuales y figuras decorativas, por mencionar algunos.

Así, se puede afirmar que reproducen y mantienen tal ideología y a la sexualidad mencionada; a la vez que ejercen una influencia en los imaginarios de los sujetos, generando maneras particulares de pensar, sentir, decir y hacer acordes a ella. No obstante y aun cuando son muy poco frecuentes, en algunos filmes se exponen representaciones –vertidas en los cuerpos de las mujeres– que adoptan un carácter alternativo y que se disocian de la segregación en aras del género. En este sentido, resulta menester el incrementar la producción de este tipo de películas, en la conciencia de la influencia que ejerce el cine en las personas, y teniendo como propósito el construir una sociedad más equitativa tanto para las mujeres como para los hombres.

LITERATURA CITADA

- BOURDIEU, P., *El sentido práctico*. España: Taurus Ediciones, 1991.
- BOURDIEU, P., *La dominación masculina*. España: Anagrama, 2000.
- CAMPOS RODRÍGUEZ, L., *Vislumbres y particularidades de la identidad de género de las ejecutivas y empresarias*. México: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, 2009a.
- CAMPOS RODRÍGUEZ, L., Mitos, realidades y elucidaciones sobre el género. En Quiroz Palacios, A. (coord.), *Estudios de cultura, política y género*. México: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, 105-127, 2009b.
- CAMPOS RODRÍGUEZ, L.; RODRÍGUEZ-SHADOW, M.J., Vislumbres sobre la sexualidad, el género y las sexualidades de las mujeres. En Peña Saint-Martin, F. (coord.), *Salud y sociedad: perspectivas antropológicas*. México: ENAH, INAH y CONACULTA, 187-202, 2009.
- COLAIZZI, G., *La pasión de significante: teoría del género y cultura visual*. España: Biblioteca Nueva, 2007.
- CONNELL, R.W., *Gender and power, society, the person and social politics*. Estados Unidos: Stanford University Press, 1987.
- DIAMOND, J., *¿Por qué es divertido el sexo? ¿Por qué los amantes hacen lo que hacen? Un estudio sobre la evolución de la sexualidad humana*. España: Debate, 2000.

- GIDDENS, A., *La transformación de la intimidad. Sexualidad, amor y erotismo en las sociedades modernas*. España: Cátedra, 2004.
- GODELIER, M., La muerte del padre o sacrificio de la sexualidad: conjeturas sobre los fundamentos del vínculo social. En Godelier, M.; Hassoun, J. (eds.), *Aproximaciones antropológicas y psicoanalíticas*. Francia: Arcanes, 21-52, 1996.
- HÉRITIER, F., *Masculino/femenino. El pensamiento de la diferencia*. España: Editorial Ariel, 1996.
- HÉRITIER, F., *Masculino/Femenino II: Disolver la jerarquía*. Argentina: Fondo de Cultura Económica, 2007.
- LAURETIS, T. de, *Alicia ya no. Feminismo, semiótica, cine*. España: Ediciones Cátedra, 1992b.
- MERLEAU-PONTY, M., *Fenomenología de la percepción*. México: FCE, 1957.
- MILLÁN, M., *Derivas de un cine en femenino*. México: Universidad Nacional Autónoma de México y Miguel Ángel Porrúa, 1999.
- MORRIS, D., *La mujer desnuda. Un estudio del cuerpo femenino*. México: Planeta, 2005.
- ORTNER, S. B. y WHITEHEAD, H., Indagaciones acerca de los significados sexuales. En Ramos Escandón, C. (comp.), *El género en perspectiva de la dominación universal a la representación múltiple*. México: Universidad Autónoma Metropolitana, Izt., 61-112, 1992.
- RODRÍGUEZ-SHADOW, M.J.; CAMPOS RODRÍGUEZ, L., El debate sobre la existencia del matriarcado. En Wiesheu, W.; Fournier, P. (coords.), *Perspectivas de investigación arqueológica IV*. México: Instituto Nacional de Antropología e Historia, Escuela Nacional de Antropología e Historia y Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, 67-78, 2011a.
- RODRÍGUEZ-SHADOW, M.J.; CAMPOS RODRÍGUEZ, L., Concepciones sobre las sexualidades de las mujeres entre los aztecas. En López Hernández, M.; Rodríguez-Shadow, M. J. (eds.), *Género y sexualidad en el México antiguo*. México: Centro de Estudios de Antropología de la Mujer, 99-118, 2011b.
- TUÑÓN, J., Cuerpo y amor en el cine mexicano de la edad de oro. Los besos subversivos de *La diosa arrodillada*. En *Cuidado con el corazón: los usos amorosos en el México moderno*. México: Instituto Nacional de Antropología e Historia, 1999.
- VVAA, Elogio del cuerpo mesoamericano. *Artes de México*, 69, 2003.
- WAHSBURN, S.L., *The Study of Human Evolution*. Estados Unidos: Oregon State System of Higher Education, 1968.
- WASHBURN, S.; LANCASTER, C.S., "The evolution of hunting". En De Vore, I. (ed.), *Man the hunter*. Estados Unidos: Aldine Press, 293-303, 1968.

Diccionario

- http://cine.mysofa.es/pelicula/desperado/critica/321997/el_fantasma_que_toca_la_guitarra, consultado el 25 de septiembre de 2012.
- <http://www.decine21.com/Peliculas/No-te-muevas-723>, consultado el 30 de septiembre de 2012.
- <http://www.taringa.net/posts/info/13813711/mujer-bonita-curiosidades.html>, consultado el 11 de agosto de 2012.
- <http://www.filmaffinity.com/es/film474411.html>, consultado el 10 de octubre de 2012.
- <http://www.imdb.es/title/tt0119488/>, consultado el 10 de octubre de 2012.
- http://es.wikipedia.org/wiki/L._A._Confidential, consultado el 10 de octubre de 2012.
- <http://www.blogdecine.Com/criticas/la-confidential-el-cine-negro-renovado>, consultado el 11 de octubre de 2012.
- <http://www.filmaffinity.com/es/film474411.html>, consultado el 10 de octubre de 2012.
- <http://7uz1t4.wordpress.com/2012/07/>, consultado el 17 de octubre de 2012.

Aspectos fundamentales de las fitasas

Fundamentals of phytases

Alberto Antonio Neira Vielma,¹ Erika Nava Reyna,¹ Anna Iliná,¹
Georgina Michelena Álvarez,² José Gerardo Gaona Lozano,¹
José Luis Martínez Hernández³

Revisión Científica

Martínez Hernández, J.L.; Neira Vielma, A.A.; Nava Reyna, E.; Iliná, A.; Michelena Álvarez, G.; Gaona Lozano, J., Aspectos fundamentales de las fitasas, *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*. 57, 58-63, 2013.

RESUMEN

El uso de cereales como principal ingrediente de interés zootécnico se ha mantenido hasta la fecha, debido a su composición balanceada. Sin embargo, estas materias primas contienen, en diversas proporciones, factores antinutricionales, entre los que destaca el ácido fítico, que disminuye la biodisponibilidad del fósforo y otros nutrientes. Debido a que los métodos fisicoquímicos para hidrolizar el fitato son costosos y reducen el valor nutritivo de los alimentos, la industria está interesada en la optimización y mejora de enzimas fitasas incorporadas en la alimentación animal. Estas enzimas pueden producirse por diferentes sistemas de fermentación, en algunos casos, con altos costos y baja producción. Actualmente, se promueve la búsqueda de microorganismos productores de fitasas, y la caracterización de

Palabras clave: fitasa, factor antinutricional, ácido fítico, *Aspergillus*, fermentación.

Key words: phytase, antinutritional factors, phytic acid, *Aspergillus*, fermentation.

Recibido: 21 de Agosto de 2012, aceptado: 16 de Noviembre de 2012

¹ Departamento de Biotecnología, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Coahuila.

² Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar, (ICIDCA), Cuba.

³ Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Coahuila, jose-martinez@uadec.edu.mx.

residuos agroindustriales con alta concentración de fitatos para aplicarlos en la producción de esta enzima, mediante procesos de fermentación, buscando obtener altos rendimientos y disminuir los costos de producción.

ABSTRACT

The main use of cereals as zootechnical interest has remained to date due to its balanced composition. However, these raw materials contain in different proportions antinutritional factors, among which the phytic acid, and this reduces the availability of phosphorus and other nutrients. Because physicochemical methods for hydrolyzing phytate are costly and reduce the nutritional value of food, industry is interested in optimizing and improving incorporated phytase in animal feed. These enzymes may be produced by different fermentation systems, in some cases with high costs and low yields. At this moment, the search for microorganisms producing phytase is being promoted and the characterization of agro industrial waste containing high phytate concentration for application in the production of this enzyme by fermentation processes, is to obtain high yields and lower costs of production.

INTRODUCCIÓN

Las dietas animales compuestas en su mayoría por alimentos de origen vegetal, como los cereales y leguminosas, deben contener la cantidad de nutrientes necesarios que permitan un buen desarrollo fisiológico y productivo (Rutherford *et al.*, 2003; SAGARPA, 2009). Para

su formulación se toma en cuenta el balance apropiado entre macronutrientes, que se encargan de proporcionar la mayor parte de la energía metabólica, así como la presencia de micronutrientes esenciales en procesos importantes del organismo, como: desarrollo fisiológico, principalmente del sistema óseo; desarrollo productivo, como lo es la ganancia de peso, la producción de leche, entre otros; y la regulación de procesos metabólicos (Zobac *et al.*, 1997; Silva y Silva, 1999; Sotelo *et al.*, 2002; Vallardi *et al.*, 2002). Entre los macronutrientes minerales, uno de los más importantes es el fósforo, el cual aunque suele encontrarse presente en altas cantidades en las dietas, no es asimilado correctamente en la mayoría de los casos. De la cantidad total consumida de este mineral, solamente 33% es retenido, mientras que 67% restante es desechado en las heces (Helander *et al.*, 1996; SAGARPA, 2003; Perello, 2004). La problemática en la asimilación del fósforo y otras sustancias esenciales, se debe a la presencia de factores antinutricionales en los alimentos, que actúan uniéndose a los nutrientes, ocasionando una disminución en la disponibilidad de éstos (Adeola *et al.*, 1995; Huyghebaert, 1996; Sangronis *et al.*, 2006; Martínez y Ortiz, 2008).

Ácido fítico y fitatos como factores que afectan la nutrición animal

En la clasificación de los llamados factores antinutricionales relacionados al metabolismo de fósforo, se encuentra el ácido fítico –ácido orgánico formado por seis moléculas de fosfato y una de mioinositol– (Dvořáková, 1998; Godoy *et al.*, 2010). Este compuesto es abundante en cereales y leguminosas, su presencia puede variar desde 2% en cereales, como la soya, hasta 4% en maíz y trigo (Barrientos *et al.*, 1994; Frontela *et al.*, 2008).

Aunque la función del ácido fítico en las plantas no está completamente definido, éste se ha asociado principalmente con:

- Reserva energética y fuente de cationes.
- Reserva de fósforo, regulando la concentración de este mineral en las semillas y durante el proceso de germinación.
- Fuente de mioinositol, precursor de los polisacáridos de la pared celular.
- Como antioxidante que previene la peroxidación de los lípidos y aumenta la longevidad de las semillas (Méndez, 2007).

El ácido fítico es un ácido carboxílico con un pKa menor a 3.5, el cual posee en su estructura seis protones fuertemente acoplados con un pKa de entre 4.6 a 10, lo que confiere a la estructura un fuerte potencial de quelación sobre minerales esenciales (Ca, Mg y Fe), así como la capacidad de unirse a proteínas, aminoácidos y azúcares e inhibir algunas enzimas digestivas, como tripsina y quimotripsina, α -amilasas, tirosinasas y pepsinas (Rigon *et al.*, 2007). Al establecerse las uniones iónicas entre el ácido fítico y los nutrientes, se forman quelatos insolubles llamados fitatos, los cuales son un grupo amplio de compuestos altamente complejos que no pueden ser asimilados por organismos no rumiantes (Romero *et al.*, 2008). Por consiguiente, todo lo que esté unido a este compuesto no será aprovechado en su totalidad. Debido a esto las dietas deben ser complementadas con fósforo inorgánico, un mineral costoso y no renovable (Kobayashi, 2006). Conjuntamente, la baja biodisponibilidad del fósforo en los vegetales provoca que su deficiencia sea mayor en organismos no rumiantes, la cual puede conducir a diferentes estados patológicos, como osteoporosis, pérdida de apetito, descenso en la fertilidad y en la producción de leche y huevo, raquitismo, hemorragia dispersa, lesiones en el tubo digestivo, entre otras (Han *et al.*, 1997; Kim *et al.*, 2006). Además, el fósforo adicionado y el fitato no absorbido causan fuertes problemas de contaminación ambiental debido a las altas concentraciones de ácido fítico en el excremento, lo que resulta en una acumulación de éste en las áreas de pastoreo, mantos acuíferos y cuerpos de agua dulce, donde su presencia favorece la eutrofización, provocando la muerte de peces y animales acuáticos, y la liberación de óxido nítrico, como un potente gas de efecto invernadero (Krishna y Nokes, 2001; Gómez, 2005).

Por otro lado, existen investigaciones que demuestran que los fitatos poseen ciertas propiedades benéficas para la salud del ser humano, como lo son: efectos anticancerígenos, disminución en la probabilidad de padecer cálculos renales, así como propiedades antioxidantes, acción atribuida a la capacidad de formar complejos con metales, principalmente hierro (Sotelo *et al.*, 2002).

Los fitatos son formados durante la maduración de las semillas y los granos de diversos cereales. También se favorece su formación durante la digestión, esto debido al pH ligeramente alcalino

del intestino de animales no rumiantes (Quan *et al.*, 2001).

Tabla 1. Contenido de fitatos en diferentes fuentes naturales

Material	Contenido de ácido fítico g/kg ⁻¹
Triticale	14.91
Cebada	11.92
Centeno	11.92
Trigo	10.934
Maíz	9.94
Avena	9.44
Habas	7.45

Fuente: Vallardi *et al.* (2002).

La cantidad de ácido fítico presente en las muestras naturales puede variar ampliamente, como se observa en la tabla 1; esto debido la acción de fitasas intrínsecas presentes en los granos y semillas de la muestra (Vallardi *et al.*, 2002).

Para corregir la problemática que los fitatos ocasionan, entre ellas la disponibilidad del fósforo, se busca que la actividad enzimática fitásica permita remediar esto de una forma económica y manteniendo sin alteración alguna las características nutricionales del producto (Barrier *et al.*, 1996; Biehl y Baker, 1997; Cervantes *et al.*, 2009).

Fitasas como enzimas hidrolíticas

Las fitasas forman parte de un subgrupo de enzimas de la familia de las fosfatasas ácidas, las cuales son del tipo hidrolasas. Éstas actúan rom-



Feed Additives Help Agriculture and the Environment
 By Erin Peabody, July 5, 2006.
<http://www.ars.usda.gov/is/pr/2006/060705.htm>

piendo los enlaces fosfomonoéster degradando los fitatos a mioinositol hexafosfato y fósforo inorgánico, los cuales tienen menor o nulo efecto quelante (Kim *et al.*, 2006). Las fuentes naturales de fitasas, como se puede observar en la tabla 2, incluyen algunas variedades de plantas (cereales, legumbres, tubérculos, etc.), el intestino de ciertos animales no rumiantes, determinados microorganismos componentes de la microflora de animales rumiantes y otros microorganismos (*Aspergillus*, *Bacillus*, *Pseudomonas*, levaduras, etc.) (Jeroch, 1994; Diplock *et al.*, 1999; Méndez, 2007). La actividad fitásica en animales fue señalada por primera vez en el intestino de ratas, mientras que otros estudios han demostrado su presencia en humanos. No obstante, se ha reportado que

Tabla 2. Origen y ubicación de las fitasas

Origen	Ubicación
Animal	Intestino de rumiantes, principalmente ganado bovino.
Vegetal	Cascarilla y granos de cereales, legumbres y algunos vegetales.
Microbiana exógena	<i>Aspergillus ssp.</i> , <i>Candida</i> , <i>Pseudomonas</i> , entre otros.
Microbiana endógena	<i>E. coli</i> , principalmente.

Fuente: Méndez (2007).

la presencia de fitasa endógena de los cereales y leguminosas es esencial para producir la hidrólisis del ácido fítico a nivel intestinal, ya que la actividad fitasa propia del intestino es insignificante (McAllister y Cheng, 1996; Kemme *et al.*, 1997; Ruesga *et al.*, 2009).

De las anteriores, las fitasas de origen microbiano han recibido una mayor atención debido a las altas posibilidades para ser empleadas en la industria de alimentos para animales. Esto ha llevado al desarrollo de distintos procesos biotecnológicos para la producción de fitasas, principalmente a partir de cepas de *Aspergillus*, por ser un microorganismo por excelencia productor de gran cantidad de enzimas (Frontela *et al.*, 2008; Ali y Zulkali, 2011). Las fitasas de origen fúngico tienen dos principales ventajas sobre las de origen bacteriano: 1) el pH óptimo de actividad de las fitasas de origen fúngico está entre 2.5 y 5.5, valores similares a los que posee el tubo intestinal de los animales no rumiantes, a diferencia de las fitasas de origen bacteriano cuyo pH óptimo de actividad es próximo al neutro (Bedford, 1996; Dvoráčová, 1998; Dragone *et al.*, 2005); y 2) las fitasas fúngicas se pueden separar de la matriz en donde se producen con mayor facilidad debido a que son extracelulares, a diferencia de las bacterianas, las cuales son intracelulares, exceptuando las del género *Bacillus*. Esto hace que los procesos de purificación de las fitasas de origen fúngico sean económicamente más viables (Ebune *et al.*, 1995; Carrillo, 2003; Costa *et al.*, 2010).

Las enzimas fúngicas se obtienen principalmente por fermentación en medio sólido, utilizando comúnmente sustratos naturales a base de cereales, debido a que éstos contienen altas cantidades de fitatos, como se indica en la tabla 1 (Fujita *et al.*, 2003; Costa *et al.*, 2009). Estos sustratos agregan valor al residuo que lo compone, ya que contiene los nutrientes necesarios para el desarrollo del microorganismo que llevará a cabo la fermentación (Ruiz *et al.*, 2007; Romero *et al.*, 2008;).

Otro sistema de fermentación comúnmente usado para la producción de fitasas es el medio líquido, el cual permite mayor control de

factores, como la temperatura y el pH, además de obtener un producto más equilibrado, debido a que el microorganismo se desarrolla en un medio en donde los nutrientes se encuentran homogéneamente distribuidos (Zou y Zhejiang, 2008; Ruesga *et al.*, 2009; Rodríguez *et al.*, 2010).

A diferencia de la fermentación sumergida, en la fermentación sobre sustrato sólido, el microorganismo se desarrolla sobre una matriz rígida que sirve como soporte. En este sistema los niveles de actividad acuosa están entre 40 y 70%, ya que el sustrato debe contener sólo la humedad necesaria para favorecer los procesos metabólicos del microorganismo (Lerchundi, 2006; Rodríguez *et al.*, 2010). De acuerdo con estudios realizados por Ali (2011), este sistema posee ventajas evidentes frente a la fermentación en medio líquido, destacando el empleo de reactores con volúmenes más pequeños, los cuales a su vez tienen menor probabilidad de contaminación debido a la baja humedad que se maneja en el sistema. Asimismo, se facilita la separación del producto por métodos más sencillos, como filtración, y se ha comprobado que tiene mayores rendimientos de producción, incrementándose en algunos casos hasta en 30% (Domínguez, 1997; Hirimuthugoda *et al.*, 2006; Díaz *et al.*, 2009).

CONCLUSIÓN

La producción a gran escala de fitasas promete ser factible y económicamente aceptable, pues el uso de estas enzimas en el sector agropecuario impulsará el desarrollo y promoverá su crecimiento, esto originado por los beneficios nutricionales aportados a los animales no rumiantes. El uso de estas enzimas permitirá no sólo incrementar la biodisponibilidad de nutrientes, sino que disminuirá el daño ambiental ocasionado por las grandes concentraciones de fósforo en las heces, lo cual constituye un problema tanto en mantos acuíferos como en áreas de pastoreo, y lo más importante es el enfoque a disminuir los altos costos que ocasiona la complementación de las dietas para los animales, en donde el fósforo inorgánico ocupa el primer lugar en cuanto a costos elevados, seguido por otros minerales y proteínas.

LITERATURA CITADA

- ADEOLA, O.; LAWRENCE, B.V.; SUTTON, A.L.; CLINE, T. R., Phytase-induced changes in mineral utilization in zinc-supplemented diets for pigs. *Journal Animal Science*, 73: 3384-339, 1995.
- ALI, Q.H.K.; ZULKALI, M.M.D., Utilization of agro-residual ligno-cellulosic substances by using solid state fermentation: a review. *Journal of Food Technology, Biotechnology and Nutrition*, 6(1): 5-12, 2011.
- BARRIENTOS, L.; SCOTT, J.J.; MURTHY, P.P.N., Specificity of Hydrolysis of Phytic Acid by Alkaline Phytase from Lily Pollen. *Plant Physiology*, 106: 1489-1495, 1994.
- BARRIER, G.; BEDFORD, M.; METAYER, J.P.; GATEL, F., Utilización práctica de compuestos enzimáticos en avicultura. *European Symposium on Poultry Nutrition XII Barcelona*, 324-325, 1996.
- BEDFORD, M.R., Enzymes in Poultry and Swine Nutrition. *International Development Research Center Canada*, 19-28, 1996.
- BIEHL, R.R.; BAKER, D.H., Microbial phytase improves amino acid utilization in young chicks fed diets based on soybean meal but not diets based on peanut meal. *Poultry Science*, 76: 355-360, 1997.
- CARRILLO, L., Los hongos de los alimentos y los forrajes. Curso de posgrado regional de ciencia y tecnología en alimentos. *Universidad Nacional de Salta Argentina*, 25-60, 2003.
- CERVANTES, M.; SAUER, W.C.; MORALES, A.; ARAIZA, B.; ESPINOZA, S.; YÁNEZ, J., Manipulación nutricional del cerdo para disminuir la contaminación ambiental. *Revista Computadorizada de Producción Animal*, 16(1): 13-22, 2009.
- COSTA, M.; LERCHUNDI, G.; VILLARROEL, F.; TORRES, M.; SCHÖBITZ, R., Producción de enzima fitasa de *Aspergillus ficuum* con residuos agroindustriales en fermentación sumergida y sobre sustrato sólido. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 11(1): 73-83, 2009.
- COSTA, M.; TORRES, M.; MAGARIÑOS, H.; REYES, A., Producción y purificación parcial de enzimas hidrolíticas de *Aspergillus ficuum* en fermentación sólida sobre residuos agroindustriales. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 12(2): 163-175, 2010.
- DÍAZ, A.B.; CARO, I.; DE ORY, I.; BLANDINO, A., Solid state fermentation in a rotating drum bioreactor for the production of hydrolytic enzymes. *Chemical Engineering Technology*, 17: 1041-1046, 2009.
- DIPLOCK, A.T.; AGGETT, P.J.; ASHWELL, M.; BORNET, F.; FERN, E.B.; ROBERFROID, M.B., Scientific Concepts in Functional Foods in Europe: Consensus Document. *Journal of Nutrition*, 81(4): S1-S27, 1999.
- DOMÍNGUEZ, P., *Desperdicios procesados y subproductos agroindustriales y de pesca en la alimentación porcina en Cuba*. Cuba: Instituto de investigaciones porcinas La Habana, 1997.
- DRAGONE, G.; MUSSATTO, S.I.; SILVA, J.B., Levaduras inmovilizadas en soporte lignocelulósico para la producción continua de cerveza. *Brazilian Journal Food Technology*, 5: 70-73, 2005.
- DVOŘÁKOVÁ, J.; VOLFOVÁ, O.; KOPECKÝ, J., Characterization of phytase produced by *Aspergillus niger*. *Folia Microbiologica*, 42: 349-352, 1997.
- DVOŘÁKOVÁ, J., Phytase: Sources, preparation and exploitation. *Folia Microbiologica*, 43: 323-338, 1998.
- EBUNE, A.; AL-ASHEH, S.; DUVNJAK, Z., Effects of phosphate, surfactants and glucose on phytase production and hydrolysis of phytic acid in canola meal by *Aspergillus ficuum* during solid-state fermentation. *Bioresource Technology*, 54: 241-247, 1995.
- FRONTELA, C.; ROS, G.; MARTÍNEZ, C., Empleo de fitasas como ingrediente funcional en alimentos. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 58(3): 215-220, 2008.
- FUJITA, J.; SHIGETA, S.; YAMANE, Y.; FUKUDA, H.; KIZZAKUI, Y.; WAKABAYASHI, S.; ONO, K., Production of two types of phytase from *Aspergillus oryzae* during industrial Koji Making. *Journal of Bioscience Bioengineering*, 95(5): 460-465, 2003.
- GODOY, S.; HERNÁNDEZ, G.; CHICCO, C., Effect of supplemental microbial phytase on the utilization of phosphorus phytate in broiler chickens fed corn-soybean diets. *Revista Internacional Arbitrada de la Divulgación de Investigaciones Originales en el área Agropecuaria*, 12(2): 508-512, 2010.
- GÓMEZ, E., Transformación y mejoramiento del valor nutritivo de la harina de guisante mediante la adición de enzima fitasa. Tesis para obtener el grado de doctor, Melilla, España, Universidad de Granada, 2005.
- HAN, Y.M.; YANG, F.; ZHOU, A.G.; MILLER, E.R.; KU, P.K.; HOGBERG, M.A.; LEI, X.G., Supplemental phytases of microbial and cereal sources improve dietary phytate phosphorus utilization by pigs from weaning through finishing. *Journal of Animal Science*, 75: 1017-1025, 1997.
- HELANDER, E.; NÄSI, M.; PARTANEN, K., Effects of supplementary *Aspergillus niger* phytase on the availability of plant phosphorus, other minerals and nutrients in growing pigs fed on high-pea diets. *Journal Animal Physiology and Nutrition*, 76: 66-79, 1996.
- HIRIMUTHUGODA, N.Y.; CHI, Z.; LI, X.; WANG, L.; WU, L., Diversidad de levaduras marinas productoras de fitasas. *Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal*, 32(004): 673-682, 2006.

- HUYGHEBAERT, G., The response of broiler chicks to phase feeding for P, Ca and phytase. *Archiv fur Gefluegelkunde*, 60: 132-14, 1996.
- JEROCH, H., The present knowledges about phytase application in poultry feeding. *Archiv fur Gefluegelkunde*, 58(1): 1-7, 1994.
- KEMME, P.A.; JONGBLOED, A.W.; MROZ, Z.; BEYNEN, A.C., The efficacy of *Aspergillus niger* phytase in rendering phytate phosphorus available for absorption in pigs is influenced by pig physiological status. *Journal of Animal Science*, 75: 2129-2138, 1997.
- KIM, T.; MULLANEY, E.J.; PORRES, J.M.; RONEKER, K.R.; CROWE, S.; RICE, S.; KO, T.; ULLAH, A.H.J.; DALY, C.B.; WELCH, R.; LEI, X.G., Shifting the pH profile of *Aspergillus niger* PhyA phytase to match the stomach pH enhances its effectiveness as an animal feed additive. *Applied Environmental Microbiology*, 72(6): 4397-4403, 2006.
- KOBAYASHI, Y., Inclusion of novel bacteria in rumen microbiology: Need for basic and applied science. *Journal of Animal Science*, 77: 75-85, 2006.
- KRISHNA, C.; NOKES, S.E., Influence of inoculum size on phytase production and growth in solid-state fermentation by *Aspergillus niger*. *Transactions of the ASAE*, 44(4): 1031-1036, 2001.
- LERCHUNDI, G.N., Obtención de enzima fitasa a partir de una cepa del hongo *Aspergillus ficuum*, por medio de fermentación en sustrato sólido y sumergido. Tesis de licenciatura en la Universidad Austral de Chile unidad Valdivia, Chile, 2006.
- MARTÍNEZ, I.J.; ORTIZ, J., Uso de fitasas microbianas en reacciones de ponedoras comerciales post-muda. *Universidad Evangélica Boliviana*, 1-16, 2008.
- McALLISTER, T.A.; CHENG, K.J., Microbial strategies in the ruminal digestion of cereal grains. *Animal Feed Science and Technology*, 62: 29-36, 1996.
- MÉNDEZ, J., Avances en nutrición y alimentación animal. España: COREN S.C.L. Ourense, 2007.
- PERELLO, J., Fitato: estudios sobre su actividad biológica y los efectos sobre la prevención de las calcificaciones patológicas. Tesis para obtener el grado de doctor, Palma de Mallorca Universitat de les Illes Balears, 2004.
- QUAN, Ch.; ZHANG, L.; WANG, Y.; OHTA, Y., Production of phytase in low phosphate medium by a novel yeast *Candida krusei*. *Journal of Bioscience Bioengineering*, 92(2): 154-160, 2001.
- RIGON, M.; GREINER, R.; RODRIGUEZ, J.; WOJCIECHOWSKI, A.; PANDEY, A.; THOMAZ, V.; SOCCOL, C., Phytase production using citric pulp and other residues of the agroindustry in SSF by fungal isolates. *Food Technology Biotechnology*, 46(2): 178-182, 2007.
- RODRIGUEZ, D.E.; RODRÍGUEZ, J.A.; DE CARVALHO, J.C.; THOMAZ, V.; PARADA, J.L.; SOCCOL, C.R., Recovery of Phytase Produced by Solid-state Fermentation on Citrus Peel. *Brazilian Archives Biology and Technology*, 53(6): 1487-1496, 2010.
- ROMERO, C.; SALAS, M.; GARCÍA, A.C.; MENDOZA, G.; PLATA, F.X.; CERVANTES, M.; VIANA, T.; MORALES, A., Efecto de una fitasa en la digestibilidad y actividad de la tripsina y quimiotripsina en cerdos destetados. *Archivos de Zootecnia*, 58(223): 363-369, 2008.
- RUESGA, M.; ALFARO, G.; OLIARTE, R.; NAVARRO, A.; HERNÁNDEZ, T., Estudio de la capacidad hidrolítica y sintética de fitasas de *Aspergillus niger* en medio acuoso y sintético. XIII Congreso Nacional de Biotecnología y Bioingeniería y VII Simposio Internacional de Producción de Alcoholes y Levaduras 21 a 26 de Junio, 2009, Acapulco, Guerrero.
- RUIZ, H.A.; RODRÍGUEZ, R.M.; RODRÍGUEZ, R.; CONTRERAS, J.C.; AGUILAR, C.N., Diseño de birreactores para fermentaciones medio sólido. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 6(001): 33-40, 2007.
- RUTHERFORD, S.M.; CHUNG, T.K.; MOREL, P.C.H.; MOUGHAN, P.J., Effect of microbial phytase on ileal digestibility of phytate phosphorus total phosphorus, and amino acids in a low-phosphorus diet for broilers. *Poultry Science Association Inc.*, 83: 61-68, 2003.
- SAGARPA, Análisis y perspectivas del mercado internacional del ganado porcino, Coordinación general de comercialización, dirección de operaciones financieras, dirección de estudios y análisis de mercados, Ficha técnica. 7: 1-13, México, 2003.
- SAGARPA, Situación actual y perspectiva de la producción de carne de pollo en México. Comunicado de SAGARPA. 35, México, 2009.
- SANGRONIS, E.; TORRES, A.; SANABRIA, N., A-Galactosidos y fitatos en semillas germinadas de *Phaseolus vulgaris* y de *Vigna sinensis*. *Agronomía Tropical*, 56(4): 523-529, 2006.
- SILVA, M.; SILVA, M.A.A., Aspectos nutricionais de fitatos e taninos nutritional aspects of phytases and tannins. *Revista de Nutrição Campinas*, 12(1): 5-19, 1999.
- SOTELO, Á.; MENDOZA, J.; ARGOTE, R.M., Contenido de ácido fítico en algunos alimentos crudos y procesados. Validación de un método colorimétrico. *Revista de la Sociedad de Química de México*, 43(4): 301-306, 2002.
- VALLARDI, M.; MORALES, R.; ÁVILA, E., Efecto de la adición de fitasas como fuente de fósforo inorgánico en dietas para gallinas de postura. *Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal*, 40(2): 181-186, 2002.
- ZOBAC, P.; KUMPRECHT, I.; SIMECEK, K., The effect of microbial phytase in feed mix for early weaning on phosphorus and calcium digestibility and utilization in piglets. *Zivocisna Vyroba – UZPI*, 42(8): 367-373, 1997.
- ZOU, L.; ZHEJIANG, L., Expression, purification and characterization of a phyAm-phyCs fusion phytase. *Journal of Zhejiang University SCIENCE B*, 9(7): 536-545, 2008.

Política editorial de *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*

Guía para Autores

Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes es una revista arbitrada, científica y multidisciplinaria con periodicidad cuatrimestral, editada por la Dirección General de Investigación y Posgrado de la Universidad Autónoma de Aguascalientes.

Tiene como objetivo principal de difundir y promover el desarrollo de la investigación y la producción científica con estándares de calidad en los ámbitos local, nacional e internacional.

El primer número se publicó en el año de 1990 y hasta el momento se han editado más de 50. Su distribución está dirigida a instituciones de educación superior, centros de investigación, bibliotecas y dependencias de gobierno; además, tiene convenios de intercambio bibliotecario, como: México-USA, COMPAB, REBCO y REMBA. A nivel internacional, la revista se difunde por medio de los índices en los que está citada: Índice de Revistas Mexicanas de Divulgación Científica y Tecnológica del CONACYT, Actualidad Iberoamericana, IRESIE, LATINDEX, PERIÓDICA y REDALYC, y en las bases de datos: DIALNET, DOAJ, HELA, y ULRICH'S Periodicals Directory.

En su estructura considera dos secciones: 1) *Editorial*, que incluye el Directorio, un Consejo Editor y un Comité Editorial de distinguida trayectoria, y 2) *Artículos científicos*, inéditos y originales relacionados con las Ciencias Agropecuarias, Ciencias Naturales y Exactas, Ciencias de la Salud, Ingenierías y Tecnologías, así como con las Ciencias Económicas, Sociales y Humanidades.

La revista participa en la Declaración del Movimiento Internacional Open Acces con el fin de contribuir al aumento de la visibilidad, el acceso y la difusión de la producción científica, por ello, los autores y colaboradores de los artículos ceden los derechos autorales a la revista *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*, de manera que la misma podrá publicarlos en formato impreso y/o electrónico, incluyendo Internet.

Criterios para publicar

Los manuscritos propuestos a publicación deberán ser textos científicos que no hayan sido publicados ni enviados simultáneamente a otra revista para su publicación y de esta manera, sean una contribución inédita a la literatura científica. Sólo se aceptan artículos escritos en idioma español y deberán contener todas las secciones estipuladas en esta Guía, formateados correctamente. Deben seguir las reglas gramaticales y ortográficas de la lengua española. Todos los manuscritos serán evaluados por al menos dos especialistas o investigadores expertos de las diferentes áreas, pertenecientes a diversas instituciones de investigación reconocidas a nivel nacional e internacional.

I. Tipos de publicaciones

Investigación y Ciencia acepta tres tipos de contribuciones: artículos científicos de investigación, revisiones y notas científicas o comunicaciones cortas, sin embargo, se da prioridad a los primeros de tal manera que cada número debe contener un máximo de dos artículos de revisión o notas científicas. El autor debe indicar en qué sección desea que su manuscrito sea incluido.

Artículos de investigación: son artículos que informan resultados de investigaciones, cuyos temas queden comprendidos en las áreas del conocimiento anteriormente indicadas y que sean de interés científico por su relevancia.

Artículos de revisión: son artículos que resumen y analizan un tema científico de importancia, pueden ser revisiones del estado actual de un campo de investigación o estudios de caso.

Notas científicas o comunicaciones cortas: son artículos cortos de temas relevantes de ciencia y tecnología que describen o explican un hallazgo, que por su mérito científico ameritan una rápida publicación. Pueden incluirse resultados relevantes que se quieren difundir de forma rápida y no detallada, con información concluyente, pero insuficiente para su análisis en extenso.

II. Estructura del contenido

Artículos de investigación

No deberá ser menor de cinco ni mayor de 15 cuartillas incluyendo las ilustraciones. En algunos casos se podrá acordar con el editor una extensión mayor, no sin antes valorar la importancia de dicha ampliación. Los manuscritos deberán incluir los siguientes elementos (si de acuerdo a la temática no es posible cumplirlo se deberá justificar):

TÍTULO. Deberá ser breve y claro que refleje el contenido del trabajo. No exceder de 20 palabras, escrito en español y en renglón aparte, la versión del título en inglés.

NOMBRE(S) DEL/LOS AUTOR(ES). Presentar en primer orden el nombre completo del autor principal y posteriormente los demás autores (sin grado académico), agregando al pie de página para cada uno su adscripción (departamento, dependencia e Institución) y correo electrónico.

RESUMEN. Deberá ser un sólo párrafo que sintetice el propósito del trabajo y reúna las principales aportaciones del artículo en un máximo de 150 palabras, sin subdivisiones y citas bibliográficas. Esta sección se iniciará con la palabra **RESUMEN** al margen izquierdo, con letras negritas y sin punto. Todo manuscrito debe incluir una versión en inglés del resumen (*abstract*).

PALABRAS CLAVE. Incluir seis palabras clave relacionadas con el contenido del trabajo, escritas en español y su versión en inglés (*key words*).

INTRODUCCIÓN. Señalar en qué consiste el trabajo completo, objetivos, antecedentes, estado actual del problema e hipótesis.

MATERIALES Y MÉTODOS. Describir en forma precisa el procedimiento realizado para comprobar la hipótesis y los recursos empleados en ello.

RESULTADOS. Describir los resultados de la investigación. Se podrán presentar datos de medición o cuantificación.

DISCUSIÓN. Presentar la interpretación de los resultados de acuerdo con estudios similares, es decir, correlacionando el estudio con otros realizados, enunciando sus ventajas y aportaciones, evitando adjetivos de elogio.

CONCLUSIONES. Precisar qué resultados se obtuvieron y si permitieron verificar la hipótesis; asimismo, plantear perspectivas del estudio y de su aplicación.

LITERATURA CITADA. Todas las referencias en el texto deberán aparecer en esta sección y viceversa. Es necesario notar que los títulos de las revistas no se abrevian, que hay espacios entre las iniciales y que se deben nombrar todos los autores.

Se anotarán en orden alfabético utilizando el siguiente formato:

De libros:

AUTOR (ES) comenzando con el apellido e iniciales del nombre en mayúsculas, *título (en cursivas)*. volumen, edición, país: editorial, páginas, año.

De publicaciones periódicas:

AUTOR (ES) comenzando con el apellido e iniciales del nombre en mayúsculas, *título del artículo, revista (en cursivas)*. volumen, número, páginas consultadas, fecha de publicación.

De páginas electrónicas en sección aparte con el título de Dictiotopografía:

AUTOR (ES) comenzando con el apellido e iniciales del nombre en mayúsculas, *título, revista (en cursivas)*. volumen, número, páginas consultadas. De: URL de la versión digital, fecha de consulta.

AUTOR (ES) comenzando con el apellido e iniciales del nombre en mayúsculas, *título, portal*. De: URL, fecha de consulta.

En el texto se citará de la siguiente manera: (Aguilar, 2000: 15) o Aguilar (2000: 15); (Aguilar y Camacho, 2001: 15) o Aguilar y Camacho (2001: 15); (Aguilar *et al.*, 2002: 15) o Aguilar *et al.* (2002: 15). En orden cronológico (Juárez, 1954; Aguilar, 2000; Méndez, 2000). En orden cronológico y alfabético en el mismo año (Juárez, 1954, 1960, 1960a, 1960b).

TABLAS Y FIGURAS. Deberán colocarse en el lugar que les corresponde a lo largo del artículo, serán numeradas consecutivamente utilizando números arábigos y referidas al texto.

Las tablas deberán tener título breve en la parte superior utilizando mayúsculas y minúsculas con tipografía Arial 10 pts. tanto en letras como en números. Su orientación será vertical.

En las figuras utilizar mayúsculas y minúsculas con tipografía Arial 8-10 pts. El tamaño máximo de la figura incluyendo leyendas, será de 12 cm de longitud y 16 cm de ancho, el mínimo permitido será de 6 cm de longitud y 8 cm de ancho.

Se debe explicar claramente al pie de cada Tabla y/o Figura, el contenido de las mismas en *cursivas*.

Además de las tablas o figuras, el artículo se debe acompañar de al menos una ilustración con pie de foto explicativo breve, indicando si es de su autoría o citando la fuente. Los dibujos o esquemas deberán estar en original.

Las imágenes o ilustraciones deben tener una calidad mínima de 300 *dpi*. o al menos 5 megapíxeles con formato TIFF, EPS o JPG. En caso de que el artículo contenga varias ilustraciones, éstas se deberán presentar en otro archivo.

Artículos de revisión

Deben incluir título, nombres de los autores y sus datos, resumen (*abstract*) y palabras clave (*key words*) en español y en inglés, texto del artículo considerando: introducción al tema (incluyendo por qué el problema es de interés), desarrollo del trabajo con una discusión académica, conclusión y un apartado de referencias. El contenido del artículo puede estar subdividido cuidando que exista una conexión entre los apartados. La literatura citada, figuras y tablas seguirán el mismo formato que en los artículos de investigación. No deberá ser menor de cinco ni mayor de 15 cuartillas.

Notas científicas

Deben incluir título, nombres de los autores y sus datos, resumen (*abstract*) y palabras clave (*key words*) en español y su versión en inglés. El texto deberá escribirse de continuo y sin espacio extra entre los párrafos. La literatura citada, figuras y tablas seguirán el mismo formato que en los artículos de investigación. No deberá ser mayor de cinco cuartillas.

III. Características de la revisión de artículos

1. El editor se reserva el derecho de devolver a los autores los artículos que no cumplan con los criterios para su publicación.
2. Todos los trabajos son sometidos a un arbitraje de doble ciego a cargo de la Cartera de Árbi-

tros que integra la revista, la cual está compuesta por miembros del SNI o investigadores expertos en el área pertenecientes a instituciones de investigación reconocidas a nivel nacional e internacional. Cada trabajo es revisado por al menos dos evaluadores, especificando en el dictamen si se acepta el artículo intacto, con modificaciones o si definitivamente se rechaza. En caso de contar con resultados discrepantes, se enviará el trabajo a un tercer evaluador, cuyo resultado será definitivo.

3. El editor dará a conocer al autor contacto el resultado del arbitraje a través del formato "Observaciones"; si el trabajo es aceptado con modificaciones, el autor deberá atenderlas en un plazo no mayor a 10 días hábiles y enviará nuevamente al editor el original y el archivo electrónico del artículo junto con un **archivo de respuesta a dichas observaciones** en formato *Word*. El archivo consiste en una explicación detallada de las modificaciones realizadas tomando en cuenta todas y cada una de las observaciones señaladas por los evaluadores. Incluir el comentario del evaluador y la correspondiente acción o respuesta del autor. No es necesario incluir en este archivo las anotaciones realizadas por los evaluadores sobre el artículo.
4. Cuando el autor demore más de 30 días en responder a las sugerencias de los evaluadores, el artículo no será considerado para publicarse en el siguiente número de la revista.
5. El editor informará al autor contacto en su caso, el avance de su trabajo en el proceso de dictaminación, del rechazo, o la fecha de publicación del mismo.
6. La revista se reserva el derecho de adelantar o posponer los artículos aceptados con el fin de dar una mejor estructura a cada número de acuerdo a la política editorial.
7. Una vez que el artículo haya sido aceptado, pasará a una revisión de estilo y forma, para su versión definitiva. Se enviarán pruebas de impresión en formato PDF al autor contacto y serán devueltas al editor dos días después de haber sido recibidas. Si las pruebas no se entregan a tiempo, el artículo se publicará sin las correcciones correspondientes.
8. Los artículos presentados son responsabilidad total del autor (o los autores) y no reflejan necesariamente el criterio de la Universidad Autónoma de Aguascalientes, a menos que se especifique lo contrario.

IV. Indicaciones para los autores

1. El escrito se enviará en formato *Word* 2003 o 2007 y en formato PDF, en hoja tamaño carta.
2. Tipografía: Arial en 12 pts.
3. Justificación: completa, no utilizar sangría al inicio de párrafos.
4. Márgenes: Superior e inferior 2.5 cm, izquierdo y derecho de 3 cm.
5. Espacio: doble.
6. Abreviaturas: Escribir el término completo la primera vez que se usa y seguirlo con la abreviatura entre paréntesis.
7. Las expresiones matemáticas deben estar escritas claramente y se debe utilizar el Sistema Internacional de Unidades. Asimismo, los conceptos y términos científicos y técnicos deberán escribirse de forma clara y precisa.

V. Especificaciones de envío

Para enviar un artículo es necesario que el documento cumpla estrictamente con los lineamientos de formato y de contenido que anteriormente se han especificado.

El envío del artículo puede realizarse mediante dos vías:

- a) **Mensajería o entrega personal** en la Dirección General de Investigación y Posgrado, en un sobre cerrado dirigido a Rosa del Carmen Zapata, editora de la revista, el cual deberá contener artículo impreso, archivos del artículo e ilustraciones, resumen curricular del primer autor y datos del autor contacto.
- b) **Correo electrónico** dirigido a la editora de la revista, a través de revistaiyc@correo.uaa.mx que contenga archivos adjuntos (*attachment*) con el artículo, las ilustraciones, resumen curricular del primer autor y datos del autor contacto.

Es importante que el autor conserve una copia de los archivos y de la impresión enviada.

VI. Colaboración e informes

Revista Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes

Dirección General de Investigación y Posgrado
Departamento de Apoyo a la Investigación
Av. Universidad núm. 940, C.U.
Edificio 1-B, segundo piso.
C.P. 20131, Aguascalientes, Ags.
Teléfono/Fax (449) 910-74-42
Correo electrónico:
revistaiyc@correo.uaa.mx
www.uaa.mx/investigacion/revista

