

Órgano de Difusión de Investigación
Científica, Tecnológica y Humanística

CienciaUAT



VERDAD, BELLEZA, PROBIDAD

Registro ISSN 2007-7521

Número 1

VOLUMEN **7**

JUL-DIC 2012

UNIVERSITARIOS DE LA UAT REALIZAN
CONSIDERACIONES ECOLÓGICAS PARA
LA PRODUCCIÓN DE BIOCOMBUSTIBLES.

PÁGINA **06**

CASO: JATROPHA EN TAMAULIPAS

CONTROVERSIA EN LA PRODUCCIÓN DE BIODIESEL. CASO: JATROPHA EN TAMAULIPAS

*Controversy in biofuel production.
Case: Jatropha in Tamaulipas*

Nohemí Niño-García*, Gerardo Sánchez-Ramos, Arturo Mora-Olivo y Luis Manuel Pérez-Quilantán, Universidad Autónoma de Tamaulipas, Instituto de Ecología Aplicada.

*Autora para correspondencia:
Universidad Autónoma de Tamaulipas.
Instituto de Ecología Aplicada, Av. División del Golfo No. 350, Col. Libertad, Cd. Victoria, Tamaulipas, México, C.P. 87019. mimi2326@hotmail.com

Fecha de recepción: 14 de agosto de 2012.
Fecha de aceptación: 16 de noviembre de 2012.

RESUMEN

Este artículo permite ampliar el panorama sobre la basta información existente en la controversia sobre el cultivo de *Jatropha curcas* y sus posibilidades de producción de aceite para la generación de biodiesel. Se destacan sus múltiples bondades y se discute la falta de estudios básicos científicos que sustenten la implementación de cultivos no solo para el estado de Tamaulipas, sino a nivel nacional, lo que establece restricciones mayores para que esta especie sea un cultivo exitoso para la producción de biocombustibles. Finalmente, se plantean las perspectivas del estudio de otras especies silvestres emparentadas (i.e. *Jatropha sotoi-nunyezii*), discutida en esta investigación, que en su momento aporten información sobre aspectos fundamentales tales como son: genéticos, ecológicos, ecofisiológicos, sanitarios y agroecológicos, entre otros. Con lo resultante se esperaría contribuir al conocimiento básico necesario, anterior a cualquier propagación vegetal masiva, tanto de ésta, como de otras especies.

Palabras Clave: *Jatropha curcas*, biodiesel, *Jatropha sotoi-nunyezii*.

FIGURA 1

Invernadero con plantas de *Jatropha curcas* en González, Tamaulipas, México (kilómetro 25 de la carretera Estación Manuel-Ébano).

Figure 1. Greenhouse with plants of Jatropha curcas in Gonzalez, Tamaulipas, Mexico (kilometer 25 of the highway Manuel-Ebano Station).

ABSTRACT

This paper can extend the view about the rough information available in the controversy about the crop of *Jatropha curcas* and the oil produc-

tion possibility for the generation of biofuel. Highlights their many benefits and discusses the lack of basic scientific studies that support the implementation of crops not only to the state of Tamaulipas, but nationally that establishing major constraints in order for this species be successful cropping for production of biofuels. Finally, it presents the perspectives of the study of other species and wild relatives (ie. *Jatropha sotoi-nunyezii*), discussed in this research which at the time provide information on key aspects such as: genetic, ecological, eco-physiological, agro-ecological and sanitary, among others. With the resulting it would be expected to contribute to the basic knowledge needed before any massively vegetative propagation as much for this, as other species.

Keywords: *Jatropha curcas*, biofuel, *Jatropha sotoi-nunyezii*.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, ante el inminente agotamiento de las fuentes de combustibles fósiles que demandan las diversas actividades de la sociedad, tanto industriales como de transporte, se han considerado alternativas de origen vegetal en la producción de fuentes de energía. Algunas materias primas importantes en la producción de biocombustibles son: la caña de azúcar, el sorgo, la palma de aceite, el maíz, el piñoncillo (figura 1), entre otros. Este último denominado científicamente *Jatropha curcas*, es una especie de origen tropical, sobre la cual se han realizado múltiples estudios alrededor del mundo (Heller, 1996; Basha y Sujanta, 2007; Sunil y col. 2009; Achten y col. 2010).

En los últimos años en varios países del mundo, el cultivo de *Jatropha curcas* se ha manejado como una panacea en la producción de biodiesel debido a las múltiples bondades atribuidas a la especie. Sin embargo, existen discrepancias entre la comunidad científica



FIGURA 2

Plantación comercial de *Jatropha curcas* en González, Tamaulipas.

Figure 1. Commercial orchard of *J. curcas* at Gonzalez, Tamaulipas.

sobre la sustentabilidad del recurso, tomando en cuenta algunas problemáticas surgidas sobre el rendimiento de las plantaciones, la presencia de plagas, la poca variabilidad genética, entre otras (Loyola-Vargas, 2011; Ovando-Medina y col. 2009, 2011). Por esta razón, el uso y producción de esta planta no ha sido consistente en algunas de las entidades de México.

Particularmente en Tamaulipas se implementaron plantaciones con fines comerciales, mismas que no han cumplido siempre con las expectativas esperadas, a pesar de que éstas han sido impulsadas por el gobierno. Es posible que la principal causa que se atribuye al escaso éxito de los cultivos de *Jatropha* en el estado, sea el desconocimiento de aspectos elementales sustentados en evidencia científica. Debido a esto, es importante contemplar nuevas opciones que permitan contar con elementos adecuados para el futuro aprovechamiento de recursos vegetales como energías alternativas, como es el caso de otras especies o parientes silvestres de *Jatropha curcas*.

Tomando en cuenta que en

muchos casos las especies introducidas pueden presentar mayores problemas en su adaptación, desarrollo y rendimiento, se consideró importante estudiar el potencial de *Jatropha sotoi-nunyezii*, una planta nativa de esta región. Por lo anterior, los objetivos planteados para el presente artículo son ampliar y discutir la información sobre el tema *Jatropha*, además de proponer alternativas viables para su cultivo en el estado de Tamaulipas.

Antecedentes

El género *Jatropha* fue descrito por Carlos Linneo en 1753. La etimología de la palabra *jatropha* proviene del griego cuyo significado es "*iatros*"= médico y "*trophé*"= comida, esto por el uso medicinal que se les puede dar a las semillas, las hojas, el látex y la raíz de algunas especies (Makkar y Becker, 1999; Conafor, 2008; Maya y Agudelo, 2010).

A las plantas de este género se les clasifica como hierbas, arbustos o árboles, glabros o con pubescencia variable (sobre todo en las partes jóvenes o en las inflorescencias), monoicos o dioicos, con látex; hojas alternas o fasciculadas, pecioladas o

sésiles, simples, enteras o frecuentemente palmatilobadas; estípulas pequeñas, o grandes y disectas, a veces endurecidas como espinas; flores pequeñas, dispuestas en cimas dicótomas o en fascículos; cáliz y corola bien diferenciados en las flores de ambos sexos, corola formada por 5 pétalos libres o unidos en un tubo, disco entero o formado por 5 glándulas; estambres generalmente 8 a 10, en 2 verticilos para las especies mexicanas, monadelphos, al menos los de la serie interna estaminodios filiformes o ausentes; ovario uni a trilobular, rara vez tetra a pentalobular, estilos variadamente unidos en la base, enteros o bifidos, óvulo solitario en cada lóculo; fruto capsular; semillas carunculadas o sin carúncula y raíces tuberosas axonomorfas leñosas o tuberosas, algunas especies son rizomatosas (como *J. dioica*). Se les conoce comúnmente como "piñoncillo", "piñón o pistache mexicano" por la forma de sus semillas, o "sangre de grado" aludiendo al abundante exudado que generalmente pinta de color rojo oscuro (Linneo, 1753).

Las especies del género *Jatropha L.* se encuentran distribuidas principalmente en las regiones tropicales y subtropicales del mundo, especialmente en América y África (Webster, 1994). Pertenece a la fami-

lia Euphorbiaceae y cuenta con más de 175 especies a nivel mundial, 46 de ellas se encuentran en México, donde más del 77% son endémicas (Jiménez, 1985, 1986; Jiménez y Martínez, 1994; Jiménez y Torres, 1994) y viven en selvas bajas y matorrales xerófilos.

Algunas especies se han estudiado debido al uso potencial en la medicina tradicional en diferentes partes de África, Asia y América, destacando *J. cathartica*, *J. curcas* y *J. dioica* (Silva y col., 2004). Esto ha motivado a la comunidad científica a direccionar estudios sobre ecología química y fitoquímica aplicada, con el fin de obtener sustancias (metabolitos secundarios) con acción antibacteriana, antimicrobiana, antimicótica, anticancerígena e insecticida (Canales y col., 2005 y Hamza y col., 2006). Entre las especies del género destaca *Jatropha curcas*, debido a que sus semillas son ricas en aceite y se utilizan en la elaboración de biodiesel (Foild y col., 1996; Bassam, 1998; Heller, 1996; Henning, 2007), también se emplean en algunos lugares de México para consumo humano, ya bien sea solas, tostadas en comal o combinadas con otros ingredientes para la preparación de diferentes platillos (Schmook y Sánchez, 2000; Martínez y col., 2006; Martínez-Herrera, 2007). Para el estado de Tamaulipas se han reportado cinco especies dentro de este género de acuerdo a una revisión bibliográfica: *Jatropha cathartica*, *Jatropha dioica*, *Jatropha gossypifolia*, *Jatropha curcas* y *Jatropha sotoi-nunyezii*. Las dos últimas muy similares entre sí, por lo que inicialmente su gran parecido creó confusión.

La especie *Jatropha curcas* L. (1753)

El centro de origen de la especie *J. curcas* aún no está definido y se discute de manera controversial. Sin embargo, se sabe que es nativa del sur de México y Centroamérica, donde además se cultiva ampliamente, al igual que en África y Asia (Schmook y Serralta-Peraza, 1997).

En México se ha registrado en los estados de Chiapas, Guerrero, Hidalgo, Morelos, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, Sonora, Sinaloa, Tamaulipas, Veracruz y Yucatán (Zamarripa y Díaz, 2008).

Se le conoce bajo diferentes nombres comunes, dependiendo del lugar donde se encuentre. Así, tenemos por ejemplo: "peaó branco" en Portugal, "higo del infierno" en Bolivia, "purga de fraile" en Colombia, "tua-tua" en Venezuela, "sket'noto" en Surinam (Inversiones San Martín y Serna, 2006), "piñón de leche", "piñoncillo", "pistache mexicano" y "xuta" en Veracruz (Martínez-Herrera, 2007; Lozoya, 2009). En Tamaulipas se le conoce como "pipián" o "llora sangre" (Niño, 2011; Mora-Olivo, inédito).

En un principio se consideró que la especie se distribuía en poblaciones naturales en el estado, actualmente se ha determinado que no existen dichas poblaciones silvestres en Tamaulipas (Mora-Olivo, inédito). Durante el sexenio 2006-2012 se incentivó el cultivo de *J. curcas* bajo el sistema de plantaciones con fines comerciales (figura 2). En el año de 2011, la Comisión Nacional Forestal (Conafor-Región Golfo-Norte) y la Dirección Forestal del Estado de Tamaulipas (DFET) fomentaron el cultivo de esta especie dentro del estado, asignando recursos económicos por el orden de los dos millones 59 mil pesos para la siembra de las primeras 252 hectáreas, acción que se realizaría dentro del programa de plantaciones agroforestales (Molina, 2011).

Bondades de *Jatropha curcas*

De esta especie se pueden aprovechar casi todas sus partes vegetativas. El jugo extraído de las hojas es un colorante natural que tiñe de color rojo, al utilizarlo en telas presenta un color negro indeleble; la corteza tiene 37% de taninos que proporcionan un color azul oscuro. El látex contiene un 10% de taninos y puede ser usado también como tinta. Diversos preparados de la planta, incluyendo las semi-

llas, hojas y corteza (frescas o en decocción), se usan en medicina tradicional y como medicamentos veterinarios por sus efectos anti-sépticos, coagulantes, diuréticos, y para evitar estreñimiento, fiebres y dolores reumáticos (Conafor, 2008).

La cáscara del fruto se le utiliza en la obtención de biofertilizante o biogás. Las semillas mediante un proceso de tostado y molienda, dan origen a un aceite que puede ser utilizado en la elaboración de jabones, insecticidas, lubricantes, combustibles para cocinas y faroles de alumbrado y para la obtención de biodiesel. La pasta residual resultante de la molienda de extracción del aceite, también tiene un uso como biofertilizante por su alto contenido de nitrógeno; después de un proceso de desintoxicación puede ser utilizada como alimento balanceado para ganado, ya que cuenta con un 50% a 60% de proteína (Martínez-Herrera, 2007).

Esta especie también se utiliza como cerca viva y para reforestar zonas erosionadas (Makkar y col., 1998; Martínez-Herrera y col., 2006), ya que una sola planta de *Jatropha curcas* a los siete años produce aproximadamente 200 kg de biomasa. Adicionalmente, puede proveer unos 9 kg de oxígeno (O₂) y capturar cerca de 6 kg de bióxido de carbono (CO₂) (Sotolongo y col., 2007).

Producción de *Jatropha*

Algunas investigaciones señalan que *Jatropha curcas* puede crecer en suelos pobres y arenosos, en climas tropicales y semitropicales, en altitudes que van desde 0 a 1,500 m snm (Semarnat y col., 2008). Se adapta muy bien a los climas áridos y semiáridos, mediante mecanismos moleculares de resistencia a la sequía (Zhang y col., 2008). En realidad se puede desarrollar en una amplia gama de suelos, siempre que sean bien drenados y aireados (Kumar y Sharma, 2008). Por lo general, prospera en un rango térmico entre 15 y 40°C, con precipitación de 250 a 3,000 mm, su desarrollo es afectado por

temperaturas bajas ≤ 5°C (Foild y col., 1996) (tabla 1).

La especie *Jatropha curcas* se ha empleado en prácticas de reforestación y retención de suelos, pero el principal interés es la producción de semilla, debido a sus propiedades oléicas, como fuente potencial de biocombustible y como bioreductor de petróleo (Heller, 1996; Henning, 2007). En general existen dos variantes o quimiotipos de *J. curcas* para México: i) una tóxica, que contiene elevadas concentraciones de ésteres de forbol (EF > 0.130 mg/g) y, ii) otra no tóxica o de muy baja concentración (EF < 0.040 mg/g) (Heller, 1996; Becker y Makkar, 2008; Bermejo y col., 2008). El cultivo de ambos quimiotipos es difundido por parte del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias -Inifap (Zamarripa y Díaz, 2008), y la Comisión Nacional Forestal (Conafor), otorgando apoyos para su siembra mediante el programa ProÁrbol (Conafor, 2010; Sener, 2012). Durante el periodo comprendido entre 2007 y 2011 fueron cultivadas 8,113 hectáreas de *Jatropha curcas*, distribuida en diversos estados de la República, como: Veracruz, Chiapas, Oaxaca, Michoacán, Sinaloa y Tamaulipas, entre otros (Sener, 2012). Estos incentivos gubernamentales, aunados a la promesa de una producción masiva y ampliamente redituable fomentaron a muchos productores hayan iniciado su cultivo en varias regiones del país, con consecuencias tales como: la sustitución de cultivos básicos e incluso la apertura de nuevas zonas de cultivo en áreas boscosas (Gómez, 2010; Valdés y col., 2011).

Aspectos de su producción

El piñón mexicano empieza a producir al primer año y se consolida a los cinco años, por un periodo total de vida de 25 años. Alcanza una altura de entre tres y ocho metros, y produce cinco toneladas de semilla por hectárea a una densidad de 2,500 plantas por hectárea anualmente (Martínez-Herrera, 2007). El rendi-

miento de semilla reportado para *J. curcas* varía de 0.5 a 12 ton/año/ha, dependiendo del tipo de suelo, fertilización y condiciones de riego. El arbusto de *J. curcas* tiene un periodo productivo de más de 40 a 50 años. Además, que desde el primer año (9-10 meses) se obtiene semilla. Un promedio anual de producción de semilla alrededor de 5 Ton/ha puede esperarse en excelentes tierras y precipitaciones de 900-1200 mm (Francis y col., 2005).

De acuerdo a estudios realizados con plantaciones piloto de *J. curcas* en Morelos, se puede obtener un rendimiento de 5/ton/año/ha al quinto año con una densidad de 2,500 plantas (tabla 2). Las semillas de la especie mexicana tienen un contenido de aceite entre 55-60% en promedio, (Martínez-Herrera, 2007) (tabla 2 y 3).

Problemática actual

La mayor parte del cultivo de *Jatropha curcas* en México, está planeado o está ocurriendo en plantaciones con semilla importada legal o ilegalmente de la India, Brasil, Tailandia, y otros países. Estos obtuvieron la semilla de su área original y luego adaptaron las poblaciones a las condiciones locales; ahora exportan las semillas resultantes a otras partes del mundo. Este proceso conlleva una pérdida de la variabilidad genética en esta especie, por lo que estudiar el comportamiento de parientes cercanos silvestres es una alternativa para ayudar a disminuir el riesgo fitosanitario que se está dando en México (Espinosa y Riegelhaupt, 2010).

Así mismo, la especie aún se considera como no domesticada (Achten y col., 2010), lo que implica que las prácticas de reproducción, manejo y control de plagas, requieren desarrollarse. En adición, el desconocimiento de las interacciones y los requerimientos ecológicos de las especies forestales, que son fundamentales para lograr un manejo adecuado que permita incrementar la productividad y los beneficios económicos derivados



Fuente: Nohemí Niño García.

FIGURA 3

Fruto en planta de *Jatropha sotoi-nunyezii*.

Figure 2. Fruit on *Jatropha sotoi-nunyezii* plant.

de éstas (Nájera y Bermejo, 1999). Lo que en ocasiones deriva en el éxito o no, de las especies.

Una compilación realizada por Loyola-Vargas en 2011 agrupa los diferentes estudios genéticos que a esta especie se le han direccionado, destacando lo siguiente...“A pesar de que los últimos años se ha estudiado la diversidad genética de *J. curcas* utilizando marcadores del tipo RAPD, ISSR y AFLP (Sunil y col., 2009; Vijayanand y col., 2009). Inicialmente la gran mayoría habían sido sólo realizados en accesiones disponibles en la India, posteriormente un par de estudios exceptuaron esta situación: Uno, realizado por Basha y Sujatha en 2007, en el cual incluyeron una accesión proveniente de México y otro, llevado a cabo en una plantación de China por Sun y col. en el 2008”.

Un estudio posterior de revisión reciente, sobre las investiga-

ciones de la diversidad genética de *Jatropha curcas* (Ovando-Medina y col. 2011), los autores destacan el incremento de publicaciones (más de 50) en los últimos seis años, utilizando principalmente marcadores de DNA de Amplificación Aleatoria de DNA polimórfico (RAPD, por sus siglas en inglés), estos son marcadores moleculares que se basan en la reacción en cadena de la polimerasa, son rápidos, confiables y requieren poco ADN, además no necesita estar muy puro, ni presuponen conocimientos previos sobre la secuencia, pudiéndose distinguir rápida y simultáneamente.

El hecho de que *Jatropha curcas* se ha adaptado a un extenso rango de condiciones edáficas y ecológicas sugiere que está presente una gran variabilidad genética que puede ser explotada para el mejoramiento genético (Rao y col., 2008). Uno de los reflejos de la variabilidad es observable en la

diversidad del contenido de aceite de sus semillas (Kaushik y col., 2007), en su rendimiento, tamaño, peso y forma de la semilla (Rao y col., 2008; Kaushik y col., 2007), así como en el tiempo de floración (Sunil y col., 2009) y en la relación del número de flores femeninas y masculinas (Rao y col., 2008). Lo anterior aunado a la dificultad y alto costo de la recolección de los frutos, lo que representa una desventaja a nivel de manejo del cultivo para fines industriales.

Otro aspecto relevante es lo que la Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos contempla, en términos de la producción de biocombustibles y que se expresa textualmente en el Capítulo I (Artículo 1, Fracción primera): ...“Promover la producción de insumos para Bioenergéticos, a partir de las actividades agropecuarias, forestales, algas, procesos biotecnológicos y enzimáticos del campo mexicano, sin poner en riesgo la seguridad y soberanía alimentaria del país de conformidad con lo establecido en el artículo 178 y 179 de la Ley de Desarrollo Rural

CRITERIO	CONDICIONES NATURALES	CULTIVO ÓPTIMO	ALTO*	MEDIO*
Precipitación anual (mm)	300-800	250-1250	600-1200	1200-1800
Altitud en m snm	0-1500	0-800	0-1000	1000-1500
Pendiente (%)	Plana, ondulada	0-8	0-20%	
No. de heladas al año	1	< 25	N/H	N/H
Suelo	Liviano		Agrícola	
Temperatura media anual	18-28		18-28 °C	28-34 °C

*Requerimientos agroecológicos del piñón *Jatropha curcas* L. (Henning, 1998; Zamarripa y Díaz, 2008).

TABLA 1

Criterios utilizados para el establecimiento de cultivos de *Jatropha curcas* (Semarnat, 2008).

Table 1. Criteria used for the establishment of *Jatropha curcas* crops (Semarnat, 2008).

Sustentable"... Asimismo, esta Ley menciona que la producción de biocombustibles debe estar basada en el conocimiento científico y tecnológico, desarrollado exprofeso por las instituciones pertinentes (Capítulo II, Artículo 19).

Ante los retos actuales de conseguir que las fuentes renovables de energía vayan sustituyendo paulatinamente los combustibles fósiles; surgen alternativas, una de ellas puede ser la biomasa vegetal, en especial aquella que puede convertirse en fuentes productoras de aceite vegetal, principalmente en tierras abandonadas no comprometidas con la alimentación humana (Sotolongo y col., 2007). La investigación sobre biocombustibles no debe solo centrarse en un taxón con posibilidades energéticas -tal es el caso del cultivo de *Jatropha curcas*-, ante este escenario, se plantea la posibilidad de estudiar parientes cercanos o nativos en la región de Tamaulipas, que mejor se ajusten a la región que se pretende sembrar.

Estudios actuales en Tamaulipas, una nueva especie de piñón:

Jatropha sotoi-nunyezii

En un intento por iniciar la búsqueda de individuos silvestres de *Jatropha curcas*, se inició en el Instituto de Ecología Aplicada de la Universidad Autónoma de Tamaulipas, un proyecto sobre ecología de la especie y sus parientes genéticos cercanos. Como resultado de ese

estudio se encontraron cinco poblaciones naturales de lo que se creía era *Jatropha curcas*. Sin embargo, la revisión taxonómica del material demostró que se trataba de *Jatropha sotoi-nunyezii* (figura 3), una nueva especie para la ciencia descrita recientemente por Fernández y Martínez (2008) distribuida en Tamaulipas y Veracruz. Sobre esta especie se vislumbra la gran oportunidad de llevar a cabo estudios genéticos, ecológicos y evolutivos que pudieran reforzar de manera ulterior la producción sostenible de

aceite para biodiesel. Actualmente se llevan a cabo investigaciones sobre aspectos ecológicos en relación a la luz, la adaptación, las interacciones ecológicas (i.e. herbivoría) y la actividad biológica, ligados a la producción y calidad de aceite de esta nueva especie.

En la tabla 4 se comparan las principales características morfológicas promedio de *J. sotoi-nunyezii* obtenidas en poblaciones naturales y de *J. curcas* en una plantación comercial en el estado de Tamaulipas.

Estas fueron identificadas en un estudio sobre herbivoría dirigido a *J. sotoi-nunyezii* y *J. curcas*, la primera en condiciones naturales y la segunda en una plantación, donde el resultado pareciera paradójico o contradictorio, pues la primera especie fue atacada poco más del doble que la segunda por herbívoros (*Jatropha curcas* 1.6% herbivoría) (Niño, 2011). Esto pudiera obedecer a que *J. sotoi-nunyezii* (2.5% herbivoría) en su hábitat está rodeada y convive con sus enemigos naturales. A diferencia de *J. curcas* la cual por ser un monocultivo de poco tiempo de establecido, pudiera no contar con enemigos naturales propios de la especie en la región (Niño, 2011). No obstante, en los últimos años se ha estado documentando la susceptibilidad de *J. curcas* a diferentes enfermedades y plagas. Un importante hecho ha sido que al incrementarse las extensiones del cultivo de *Jatropha curcas*, el problema de la salud de las plantas ha aumentado exponencialmente. Alrededor del mundo se ha determinado que *Jatropha* es atacada por diferentes plagas, bacterias, hongos y virus (Loyola-Vargas, 2011).

AÑO DE PRODUCCIÓN	1	2	3	4	5	
Rendimiento (plantas/ha)	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	*400
Producción de semilla (ton/ha)	1.2	2.6	3.1	4.3	5	2.5
Producción de aceite (litros/ha)	600	1,300	1,550	2,050	2,500	750
Biodiesel obtenido (litros/ha)	582	1,261	1,504	1,989	2,425	750
Glicerol (litros/ha)					255	77
Pasta residual (kg/ha)	600	1,300	1,550	2,050	2,500	1,000
Biomasa (ton/ha)					500-125	20-5
Captura de CO ₂ (kg/ha)					15,000	2,400
O ₂ (kg/ha)					22,500	3,600

TABLA 2

Rendimiento de *Jatropha curcas* por hectárea, reportado en Morelos México y en *Guantánamo Cuba (Martínez-Herrera, 2007; Sotolongo y col., 2007).

Table 2. Yield per hectare of *Jatropha curcas*, reported in Morelos Mexico * Guantánamo Cuba (Martínez-Herrera, 2007; Sotolongo y col., 2007).

CONTENIDO DE LA SEMILLA	100 G	1000 G	1 TON
Agua	6.6 g	66 g	66 kg
Proteína	18.2 g	182 g	182 Kg
Aceite vegetal	38 g	380 g	380 kg
Hidratos de carbono	33.5 g	335 g	335 kg
Fibra	15.5 g	155 g	155 kg
Ceniza	4.5 g	45 g	45 kg

TABLA 3

Contenido nutricional de la semilla de *Jatropha curcas* (Duque y Atchley, 1983; Martínez-Herrera, 2007).

Table 3. Nutritional content of *Jatropha curcas* seed (Duque y Atchley, 1983; Martínez-Herrera, 2007)

CONCLUSIONES

Jatropha curcas aunque es una especie aparentemente con muchas bondades y atributos, sobre todo por su virtud de producir aceite para generar biodiesel a partir de sus semillas es recomendable tomar ciertas precauciones. Es pertinente mencionar que existen diversos puntos de vista en cuanto a considerar una limitación y/o ventaja la amplitud de la diversidad presente en el germoplasma de *J. curcas* para la selección y mejoramiento (Loyola-Vargas, 2011). A pesar de los múltiples proyectos que se están realizando en diferentes países, hasta la fecha no hay datos científicos confiables disponibles, sobre la agronomía básica de *Jatropha* y los efectos climáticos sobre su productividad no han sido investigados (Atchen y col., 2008). Ciertamente, las supuestas bondades atribuidas a *Jatropha*, tales como: altos rendimientos de aceite, bajos requerimientos nutrimentales, bajo uso del agua, mano de obra barata, la no existencia de competencia con la producción de alimentos y la tolerancia a plagas y enfermedades no son apoyadas del todo por la comunidad científica, pues los resultados no son los mismos de una región a otra.

La información sobre las relaciones entre rendimiento y variables

tales como suelo, clima, manejo y material genético en el cual se basan las decisiones de inversión están pobremente fundamentadas. La evidencia actual muestra un amplio rango de rendimiento que no pueden relacionarse con parámetros tales como la fertilidad del suelo y la disponibilidad del agua (Jongschaap y col., 2007; FAO, 2008). Las condiciones que mejor satisfacen su crecimiento no están bien definidas y los potenciales impactos ambientales de su cultivo en gran escala son confusos (Fairless, 2007).

También, el que la especie pueda desarrollarse en ambientes secos no garantiza la misma producción de semillas. La polémica se incrementó a partir de la publicación de que *Jatropha* requiere más agua que otros cultivos empleados para producir la misma cantidad de aceite que otros biocombustibles (Gerbens-Leenes, 2009). La escasa producción de frutos debido a la pobre floración producto del bajo número de flores femeninas y la inadecuada polinización, son factores importantes que llevan a rendimientos bajos e inconsistentes (Abdelgadir, 2008; Ghosh, 2010). Por si fuera poco, la ruta de biosíntesis de los ácidos grasos en *J. curcas* que se almacenan en los cotiledones de sus semillas es desconocida (Li y col., 2008), aunque se sugiere que hay un fuerte control

genético sobre el perfil de ácidos grasos en las poblaciones de *J. curcas* (Ovando-Medina y col., 2011b).

En la actualidad es insuficiente el conocimiento que se tiene sobre *J. curcas* en términos de: i).- su variabilidad genética, ii).- su limitada ramificación y por consecuencia limitada producción de semillas, iii).- su vulnerabilidad a insectos y enfermedades, iv).- los altos costos de su recolección y/o cosecha para su procesamiento, v).- la infraestructura operativa del biodiesel y los usuarios, vi).- el mercado cautivo y por tanto el costo de producción y venta, entre otros. Todo lo anterior, genera un escenario contradictorio, que establece medidas restrictivas de gran importancia para lograr que *J. curcas* sea un cultivo exitoso en la producción de biocombustibles (Openshaw, 2000).

Estudios futuros

La riqueza y el nivel de endemismo del género *Jatropha* en México permiten la reflexión sobre el potencial existente de esta biodiversidad, por lo que habría que considerar la posibilidad de iniciar investigación básica sobre aspectos fundamentales tanto de *Jatropha curcas* como de parientes silvestres que en su momento puedan sustentar cono-

cimientos para su uso en la producción de biocombustibles. Otros aspectos, no menos importantes son la necesidad de llevar a cabo estudios sobre el contenido y calidad de aceite de *J. sotoi-nunyezii*, considerando el rendimiento que esta especie puede alcanzar, para evaluar su aprovechamiento. Así como, el proponer estudios futuros que ayuden a la identificación de los aspectos fundamentales, tales como: las situaciones ecológicas, las posibilidades genéticas, agroecológicas, energéticas y las biológicas. Todo lo anterior deberá estar ligado a los aspectos ecológicos (ecofisiológicos u ontogénicos), con la finalidad de evitar riesgos (e.g. fitosanitarios, genéticos y de inversión, entre otros). ||

AGRADECIMIENTOS

Al personal del Instituto de Ecología Aplicada de la Universidad Autónoma de Tamaulipas, pues este artículo divulgativo es parte de la Tesis de Maestría intitulada: "Patrones de herbivoría en *Jatropha sotoi-nunyezii* y *Jatropha curcas* en Tamaulipas, México". Al corporativo GEO-ESTRATOS, S.A. de C.V., por permitir el acceso a la plantación de *Jatropha curcas* de su propiedad.

Parámetro	* <i>J. sotoi-nunyezii</i>	* <i>J. curcas</i>
1. Tamaño de Plantas (m)	4.2 ± 1.9	2 a 8
2. Tamaño de hojas (cm ²)	86.3 ± 41.1	53.3 ± 28.6
3. Longitud de frutos (cm)	2.1 ± 0.1	2.4 a 4
4. Número de semillas por fruto	3	2 a 3
5. Longitud de semillas (cm)	1.1 ± 0.1	2

TABLA 4

Características morfológicas promedio (ffl ± DE) de *J. sotoi-nunyezii* y *J. curcas* en el estado de Tamaulipas (Tomada de Niño-García, 2011).

Table 4. Morphological characteristics average (ffl ± SD) of *J. sotoi-nunyezii* and *J. curcas* in Tamaulipas state (from Niño-García, 2011).

1. Medida en metros, utilizando un clisímetro (Vertex Laser), considerando de la base del tallo al ápice de la planta (n= 23 en *J. sotoi-nunyezii*). 2. Medido con un medidor de área foliar (CI 202 Leaf area meter, CID, Inc.) en cm² (con n= 600 en *J. sotoi-nunyezii*, n= 800 en *J. curcas*). 3, 4 y 5. Medido con un vernier en cm Marca Foy Tools (n= 67 frutos y n= 194 semillas de *J. sotoi-nunyezii*, n= 23 plantas). *Los datos para *J. curcas* fueron tomados de Martínez-Herrera (2007) y los datos de *J. sotoi-nunyezii* de Niño-García (2011).

REFERENCIAS

- Abdelgadir, H.A., Johnson, S.D. and Vanstaden, J. (2008). "Approaches to improved production of *Jatropha curcas* L". *South African Journal Botanical*, 74 (2): 359-359.
- Achten, W.M.J., Verchot, L., Franken, Y.J., Mathijs, E., Singh, V.P., Aerts, R., and Muys, B. (2008). "Jatropha bio-diesel production and use". *Biomass and Bioenergy*, 32(12): 1063-1084.
- Achten, W. M. J., Nielsen, L. R., Aerts, R., Lengkeek, A. G., Kjør, E. D., Trabucco, A., Hanse, J. K. Maes, W.H., Graudal, L., Akinnifesi, F. K. and Muys, B. (2010). "Towards domestication of *Jatropha curcas*". *Biofuels*, 1: 91-107.
- Basha, S.D. and Sujatha, M. (2007). "Genetic analysis of *Jatropha* species and interspecific hybrids of *Jatropha curcas* using nuclear and organelle specific markers". *Euphytica*, 168 (1): 197-214.
- Bassam, N. (1998). *Energy plant species*. James y James Editores. UK 166 pp.
- Bermejo, M.E., Chel, L.A., Evangelista, L.S., Félix, G.J. y Martínez, A.L. (2008). *Cuantificación de esteres de forbol en semillas de *Jatropha curcas* L. silvestres y cultivadas en México*. XXVII Congreso Sociedad Mexicana de Bioquímica. Mérida, Yuc.
- Canales, M., Hernández, T., Caballero, J., Romo de Vivar, A., Ávila, G., Duran, A. and Lira, R. (2005). "Informant consensus factor and antibacterial activity of the medicinal plants used by the people of San Rafael Coxcatlán, Puebla, México". *Journal of Ethnopharmacology*, 97(3): 429-439.
- Conafor (Comisión Nacional Forestal) (2008). *Jatropha curcas* el motor del bosque. 78. [En línea]. Disponible en: http://www.mexicoforestal.gob.mx/nuestros_arboles.php?id=83. Fecha de consulta: 13 de junio de 2012.
- Conafor (Comisión Nacional Forestal) (2010). A3. Plantaciones Forestales Comerciales.- Municipios elegibles para las plantaciones de *Jatropha curcas*. En: Convocatoria de Reglas de Operación 2010. [En línea]. Disponible en: http://www.conafor.gob.mx/portal2/index.php?option=com_content&task=view&id=454&Itemid=527 [15 de noviembre del 2010]. Fecha de consulta: 15 de junio de 2012.
- Espinosa, G. F. y Riegelhaupt, F. (2010). "La fiebre de plantaciones para biodiesel de *Jatropha*". La Jornada en la Ciencia, en *La Jornada*. Lunes 20 de septiembre. [En línea]. Disponible en: <http://ciencias.jornada.com.mx/ciencias/investigacion/ciencias-quimicas-y-de-la-vida/investigacion/la-fiebre-de-plantaciones-para-biodiesel-de-jatropha>. Fecha de consulta: 5 de junio de 2012.
- Fairless, D. (2007). "Biofuel: the little shrub that could – maybe". *Nature*, 449: 652-655.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) (2008). *The State of Food and Agriculture 2008 - Biofuels: Prospects, Risks and Opportunities*. Rome, Italy: pp. 1-138. [En línea]. Disponible en <http://www.fao.org/publications/sofa/en/>. Fecha de consulta: 15 de junio de 2012.
- Fernández, C.F.J. y Martínez S.E.M. (2008). *Jatropharum notulae* (Euphorbiaceae), 5 *Fontqueira*, 55(62): 571-480.
- Foild, N., Foild, G., Sánchez, M., Mittelbach, M. y Hackel S. (1996). "*J. curcas* L. as a source for the production of biofuel in Nicaragua". *Bioresource Technology*, 58(1): 77-82.
- Francis, G., Edinger R. and Becker, K. (2005). A concept for simultaneous wastewater reclamation, fuel production, and socio-economic development in degraded areas in India: Need, potential and perspectives of *Jatropha* plantations. *Res Nat. Forum*, 29: 12-24.
- Gerbens-Leenes, W., Hoekstra, A. and Van der Meer, T.H. (2009). The water footprint of bioenergy. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106: 10219-10223.
- Ghosh, A., Chikara, J., Chaudhary, D., Prakash, A., Boricha, G. and Zala, A. (2010). Paclobutrazol arrests vegetative growth and unweilsunexpressed yield potential of *Jatropha curcas*. *J. Plant Growth Regul.*, 29:307-315.
- Gómez, G. (2010). *Da inicio Sedarpa a plantaciones con *Jatropha curcas**. Orizaba. Nota No. 79147: Publicada 29/03/2010. [En línea]. Disponible en: <http://www.orizabaenred.com.mx/cgi-bin/web?b=VERNOTICIA&%7Bnum%7D=79147>. Fecha de consulta: 15 de junio de 2012.
- Hamza, J.M.O., van den Bout-van den Beukel, C.J.P. Matee, I.N.M, Moshi, J.M., Mikx, H.M.F., Selemani, O.H., Mbwambo, H.Z., Van der Ven, J.A.M.A. and Verweij, E.P (2006). "Antifungal activity of some Tanzanian plants used traditionally for the treatment of fungal infections". *Journal of Ethnopharmacology*, 108(1): 124-132.
- Heller, J. (1996). *Physic nut *Jatropha curcas*, promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops*. I. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben, International Plant Genetic Resources Institute Rome.
- Henning, R.K. (1998). Use of *Jatropha curcas* L. (JCL): A household perspective and its contribution to rural employment creation. Regional Workshop on the Potential of *Jatropha curcas* in Rural Development & Environmental Protection. Harare, Zimbabwe.
- Henning, R.K. (2007). "Identification, selection and multiplication of high yielding *Jatropha curcas* L. plants and economic key points for a viable *Jatropha* oil production". *The Jatropha Journal*. [En línea]. Disponible en: <http://www.jatropha.de/>. [22 de octubre del 2008]. Fecha de consulta: 6 de junio de 2011.
- Inversiones San Martín y Serna (Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente) (2006). Cultivo de *Jatropha* sp y construcción de una planta de biodiesel en San Esteban, Olancho, Honduras. [En línea]. Disponible en: <http://appext.sica.int/eeppiWEB/files/1220544522929.pdf>. Fecha de consulta: 10 de octubre de 2012.
- Jiménez, R.J. (1985). "Dos especies nuevas del género *Jatropha* en México". *Cactáceas y Suculentas de México*, 30(4): 80-84.
- Jiménez, R.J. (1986). "Una especie de *Jatropha* del estado de Guerrero". *Cactáceas y Suculentas de México*, 31(1): 3-5.
- Jiménez, R.J. y Martínez, M. (1994). "Redescripción de *Jatropha andrieuxii* Muell. Arg. (Euphorbiaceae), una especie endémica del sur de México". *Acta Botánica Mexicana*, 26: 27-32.
- Jiménez, R. J. y Torres, R. (1994). "Especie nueva del género *Jatropha* (Euphorbiaceae) de la sección Mozinna (Ortega)", *Pax. Anales del Instituto de Biología, UNAM, Serie Botánica*, 65(1):21-29.
- Jongschaap, R.E.E., Corré, W.J., Bindraban, P.S. and Brandenburg, W.A. (2007). *Claims and Facts on *Jatropha curcas* L.: Global *Jatropha curcas* Evaluation, Breeding and propagation programme*. Report 158 (Plant Research International BV, Wageningen, The Netherlands and Stichting Het Groene Woudt, Laren, The Netherlands), 42 Pp.
- Kaushik, N., Kumar, K., Kumar, S., Kaushik N. and Roy, S. (2007). "Genetic variability and divergence studies in seed traits and oil content of *Jatropha* (*Jatropha curcas* L.) accessions". *Biomass and Bioenergy*, 31:497-502.
- Kumar, A. and Sharma, S. (2008). An evaluation of multipurpose oil seed crop for industrial uses (*Jatropha curcas* L.): a review. *Industrial Crops and Products*, 28: 1-10.
- Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos (2008). Diario Oficial de la Federación. Secretaría de Energía de los Estados Unidos Mexicanos, México D.F. a 1 de febrero de 2008.
- Li, J., Li, M., Wu, P., Tian, Ch., Jiang, W. and Wu, G. (2008). "Molecular cloning and expression analysis of a gene encoding a putative -ketoacyl-acyl carrier protein (ACP) synthase III (KAS III) from *Jatropha curcas*". *Tree Physiology*, 28: 921-927.
- Linneo, C. (1753). *Species Plantarum*, 2: 1006-1007.
- Loyola-Vargas, V.M. (2011). Mejoramiento genético de *Jatropha curcas* mediante técnicas biotecnológicas. Centro de Investigación Científica de Yucatán.

- [En línea]. Disponible en: http://www.cicy.mx/Posgrado/Doc_ER/6.%20vinculaci%C3%B3n/18.2%20Convenios/Conv8_Conacyt.PDF. Fecha de consulta: 5 de junio de 2012.
- Lozoya, X. (2009). Una antigua medicina. En: Gómez-Pompa A. Cuellar I, Martínez M. Editores. *La xuta se come (A kin xuta tawuay)*, Diprocafe (Diversificación de cafetales de baja altitud). Universidad Veracruzana. Veracruz México. 30 Pp.
- Makkar, H.P.S., Becker, K. y Schmook, B. (1998). "Edible provenances of *J. curcas* from Quintana Roo state of México and effect of roasting on antinutrient and toxic factors in seeds". *Plant Food for Human Nutrition*, 52, 31-36.
- Makkar, H.P.S. y Becker K. (1999). "Nutritional studies on rats and fish (carp *Cyprinus carpio*) fed diets containing unheated and heated *Jatropha curcas* meal of a non-toxic provenance". *Plant Foods for Human Nutrition*, 53: 183-192.
- Martínez, H.J., Siddhuraju, P., Francis, G., Davila, G. y Becker, K. (2006). "Chemical composition, toxic/antimetabolic constituents, and effects of different treatments on their levels, in four provenances of *Jatropha curcas* L. from Mexico". *Food Chemistry*, 96:80-89.
- Martínez-Herrera, J. (2007). "El Piñón Mexicano: Una Alternativa Bioenergética para México. Departamento de Biotecnología del Centro de Desarrollo de Productos Bióticos del Instituto Politécnico Nacional". *Revista digital universitaria*, 8:12. [En línea]. Disponible en: <http://www.revista.unam.mx/vol.8/num12/art88/int88.htm>. Fecha de consulta: 8 de diciembre de 2009.
- Maya, L.C.A. y Agudelo, H.C.A. (2010). "Lista anotada de las especies de Euphorbiaceae para el Quindío". *Revista Investigación Universitaria de Quindío*, 20: 126-136.
- Molina, V. (2011). "Quieren sembrar *Jatropha* en Tamaulipas". *El espectador*. Publicado el Lunes, 22 de agosto de 2011. [En línea]. Disponible en: <http://www.elspectador.com.mx/2011/08/quieren-sembrar-%E2%80%9Cjatropha%E2%80%9D-en-tamaulipas/>. Fecha de consulta: 15 de junio de 2012.
- Mora-Olivo, A. *Catálogo de nombres comunes de plantas tamaulipecas*. Universidad Autónoma de Tamaulipas. Inédito.
- Nájera, C.F.J. y Bermejo V.B. (1999). Efecto de la intensidad de luz sobre el crecimiento en altura y Producción de materia seca en plántulas de *Pinus ayacahuite var. veitchii*. *Foresta Veracruzana*, 1:2 25-30.
- Niño, G.N. (2011). Patrones de herbivoría en *Jatropha sotoi-nunyezii* y *Jatropha curcas* en Tamaulipas, México. Tesis de Maestría. Instituto de Ecología Aplicada de la Universidad Autónoma de Tamaulipas. 99 p.
- Openshaw, K. (2000). *A review of Jatropha curcas*: an oil plant of unfulfilled promise. *Biomass and Bioenergy*, 19(1): 1-15.
- Ovando-Medina, I., Espinosa-García, F.J., Núñez-Farfán J., Salvador Figueroa, M. (2009). Does biodiesel from *Jatropha curcas* represent a sustainable alternative energy source? *Sustainability*, 1: 1035-1041.
- Ovando-Medina, I., Espinosa-García, F.J., Núñez-Farfán, J. y Salvador-Figueroa, M. (2011). State of the art of genetic diversity research in *Jatropha curcas*. *Scientific Research and Essays*, 6: 1709-1719.
- Ovando-Medina, I., Espinosa-García, F.J., Núñez-Farfán, J. y Salvador-Figueroa, M. (2011). "Genetic variation of *Jatropha curcas* L. estimated with seed oil fatty acids". *Journal of Oleo Science*, 60:301-311.
- Rao, G.R., Korwar, G.R., Shanker, A.K. y Ramakrishna, Y.S. (2008). "Genetic associations, variability and diversity in seed characters, growth, reproductive phenology and yield in *Jatropha curcas* (L.) accessions". *Trees*, 22: 697.
- Schmook, B., y Seralta-Peraza, L. (1997). *J. curcas*: Distribution and uses in the Yucatan Peninsula of Mexico. In G. M. Gübitz, Mittelbach M., and Trabi M. Editores. *Biofuels and industrial products from Jatropha curcas*. DBV Graz. Austria. pp. 53-57.
- Schmook, B. y Sánchez, S.O. (2000). Uso potencial de *Jatropha curcas* L. En la península de Yucatán México. *Foresta Veracruzana*, 2 (2): 7-11.
- Semarnat (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales), INE (Instituto Nacional de Ecología), UNAM (Universidad Nacional Autónoma de México) y Ciego (Centro de Investigaciones en Ecosistemas). (2008). *Análisis integrado de las tecnologías, el ciclo de vida y la sustentabilidad de las opciones y escenarios para el aprovechamiento de la bioenergía en México*. Reporte Final. 99 Pp.
- Sener (Secretaría de Energía). (2012). *Estrategia Nacional*, 2012-2016.
- Silva, B.S.Y., Rivas M.C., Oranday, C.A., Verde, S.M.J., Cruz, V.D.E. y Carranza, R.P. (2004). "Determinación de la actividad antimicrobiana y citotóxica de las fracciones obtenidas de extracto hexánico de la raíz de *Jatropha dioica*". *Revista de la Facultad de Salud Pública y Nutrición*, Edición Especial 3-2004. [En línea]. Disponible en: <http://www.respyn.uanl.mx/especiales/ee-3-2004/02.htm>. Fecha de consulta: 29 de mayo de 2011.
- Sotolongo, P.J.A., Beatón. D.P.A., Díaz, G.A., Montes de Oca, L.S., Del Valle, A.Y. y García, P.S. (2007). *Potencialidades energéticas y medioambientales del árbol Jatropha curcas L. en las condiciones edafoclimáticas de la región semiárida de la provincia de Guantánamo*. Centro de Aplicaciones Tecnológicas para el Desarrollo Sostenible (Catedes), del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (Citma), Guantánamo, Cuba. Citma, Santiago de Cuba, Cuba. Facultad de Ingeniería Química, Universidad de Oriente, Cuba.
- Sun, Q.B., Li, L.F., Li, Y., Wu, G.J. and Ge, X.J. (2008). "SSR and AFLP Markers reveal low genetic diversity in the biofuel plant *Jatropha curcas* in China". *Crop Science*, 48 (5): 1865-1871.
- Sunil, N., Sivaraj, N., Anitha, K., Abraham, B., Kumar, V., Sudhir, E., Vanaja M. and Varaprasad, K.S. (2009). "Analysis of diversity and distribution of *Jatropha curcas* L. germoplasm using Geographic Information System (DIVA-GIS)". *Genetic Resources Crop Evolution*, 56:115-119.
- Valdés, R.O.A., García, E.R., Sánchez, S.O. y Pérez V.A. (2011). Isolation and pathogenicity of a possible *Pythium aphanidermatum* in *Jatropha curcas* L. non toxic. Universidad Autónoma de Yucatán, Yucatán, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 14(2):649-660.
- Vijayanand, V., Senthil, N., Vellaikumar, S. and Paramathma, M. (2009). Genetic diversity of Indian *Jatropha* species as revealed by morphological and ISSR markers. *Journal of Crop Science and Biotechnology*, 12 (3): 115-120.
- Webster, G.L. (1994). Classification of the Euphorbiaceae. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 81: 3-32.
- Zamarripa, C.A., y Díaz, P.G. (2008). Áreas de potencial productivo de piñón *Jatropha curcas* L., como especie de interés bioenergético en México. Proyecto de Biocombustibles del Inifap. Campo Experimental Rosario Izapa. Cirpas. Alternativas para el desarrollo. Sistema Nacional Sistema Producto – Oleaginosas. [En línea]. Disponible en: www.oleaginosas.org. Fecha de consulta: 29 de mayo de 2012.
- Zhang, L., Jacob, D.J., Boersma, K.F., Jaffe, D.A., Olson, J.R., Bowman, K.W., Worden, J.R., Thompson, A.M., Avery, M.A., Cohen, R.C., Dibb, J.E., Flock, F.M., Fuelberg, H.E., Huey, L.G., McMillan, W.W., Singh, H.B., and Weinheimer, A.J. (2008). "Transpacific transport of ozone pollution and the effect of recent Asian emission increases on air quality in North America: an integrated analysis using satellite, aircraft, ozonesonde, and surface". *Atmospheric Chemistry and Physics*, 8: 6117-6136.

REVISIÓN DE LA CLASIFICACIÓN DE BRACONIDAE (1990-2012): SUBFAMILIAS EN MÉXICO

Juana María Coronado-Blanco^{1*},
Enrique Ruíz-Cancino¹,
Andrey Ivanovich Khalaim^{1,2},
Samuel Mireles-Cepeda¹,
Arely Julieta Rodríguez-Mota¹ y
Patricia Marissa Castillo-Flores¹.

¹Universidad Autónoma de Tamaulipas, Facultad de Ingeniería y Ciencias, Centro Universitario Adolfo López Mateos. C. P. 87149.
²Instituto Zoológico, 199034 San Petersburgo, Rusia.

*Autora para correspondencia: Universidad Autónoma de Tamaulipas, Facultad de Ingeniería y Ciencias, Centro Universitario Adolfo López Mateos, Cd. Victoria, Tamaulipas, México, C. P. 87149. jmcoronado@uat.edu.mx

Fecha de recepción: 5 de noviembre de 2012.
Fecha de aceptación: 7 de diciembre de 2012.

RESUMEN

Los braconidos son avispas parasitoides que se han utilizado con éxito en muchos programas de control biológico de insectos plaga a nivel mundial. En la presente revisión, se analiza la clasificación de las subfamilias de Braconidae, cuyo cambio ha sido notable durante las últimas dos décadas, también se registran los géneros que cambiaron de subfamilia en ese período. En México se regis-

REVISION OF THE CLASSIFICATION OF BRACONIDAE (1990-2012): SUBFAMILIES IN MEXICO

tran actualmente 35 subfamilias (28 en el Museo de la UAT), 318 géneros y 704 especies. Sin embargo, aún existe gran cantidad de especímenes sin identificar en las colecciones de diversas universidades.

PALABRAS CLAVE:

Hymenoptera, Ichneumonoidea, avispas parasitoides.

ABSTRACT

Braconids are parasitoid wasps used successfully in many biological control programs of insect pests at world level. In this review, the classification of the subfamilies of Braconidae is analyzed because during the last two decades have been noticeable changes, also the genera that change

subfamily in this period are recorded. In Mexico, 35 subfamilies are registered (28 in UAT Museum), 318 genera and 704 species. However, there is a great quantity of specimens without identifications in the collections of different universities.

KEY WORDS:

Hymenoptera, Ichneumonoidea, parasitoid wasps.

INTRODUCCIÓN

Los braconidos constituyen una familia de avispas parasitoides de insectos con metamorfosis completa e incompleta, los cuales son atacados durante todas sus fases de desarrollo, desde huevos hasta adultos. Sus hospederos son especies de Hemiptera, Lepidop-



Braconidae con ovipositor largo.
Braconidae with a long ovipositor.

Fuente: Juana María Coronado Blanco.

tera, Coleoptera, Diptera y otros órdenes, cuyas poblaciones llegan a ser reguladas en ecosistemas naturales y en agroecosistemas (Coronado, 2011).

La familia Braconidae fue nombrada por Nees (1811) al igual que la subfamilia Braconinae. Posteriormente, otras subfamilias fueron propuestas. Actualmente se consideran aceptadas 46 subfamilias (a nivel mundial) cuyos autores son: Ashmead (2 en 1900), Basibuyuk, Quicke y van Achterberg (1 en 1999), Belokobylskij (1 en 1984), Blanchard (1 en 1845), Fischer (1 en 1970), Förster (13 en 1862), Haliday (3 en 1833), Leach (1 en 1815), Marshall (1 en 1885), Mason (2 en 1978 y 1983), Nees (1 en 1811), Papp (1 en 1994), Schulz (1 en 1911), Szépligeti (2 en 1901 y 1908), Tobias (4 en 1967, 1968, 1979 y 1987), Van Achterberg (8 en 1975, 1979, 1984, 1985 y 1995), Viereck (2 en 1918) y Whitfield y Mason (1 en 1994).

La identificación de especímenes de la familia Braconidae en México ha progresado e incrementado en los últimos veinte años con el esfuerzo de especialistas mexicanos y extranjeros, por lo que el objetivo del presente trabajo fue analizar la clasificación

superior reciente de la familia Braconidae en México.

A partir de 1987, para la determinación taxonómica de los géneros se utilizaba el "Manual de identificación para los géneros de la familia Braconidae (Hymenoptera) de Norteamérica" publicado por Marsh y col. (1987); este manual contenía una clave que agrupaba a 233 géneros y la colocación de los géneros en su respectiva subfamilia se hacía con referencia al catálogo "Hymenoptera de Norteamérica" de Marsh (1979).

Diez años después, Wharton y col. (1997), publicaron el "Manual of the New World genera of the family Braconidae", con contribuciones de Dangerfield, Quicke, Van Achterberg y Whitfield, constituyéndose un gran avance para el estudio de esta familia en el Nuevo Mundo. El manual presenta claves ilustradas de 34 subfamilias y 404 géneros presentes en el Continente Americano. En cada género se presenta información sobre la distribución, número de especies descritas hasta 1994, biología y referencias. En 1998, el manual fue publicado en español, lo que permitió hacer más rápida la identificación de los géneros de

bracónidos para los latinoamericanos.

Para la elaboración y publicación de este manual, se realizaron cuatro talleres denominados "Workshop on Braconidae", en algunos países (Coronado, 2011). En México se realizaron dos talleres, el primero en la Estación Biológica de Chamela (UNAM), en Chamela, Jalisco (2 al 10 de julio de 1993), donde estuvieron como instructores Robert Wharton y Michael Sharkey, y el segundo en la Universidad Autónoma de Tamaulipas, en Cd. Victoria, Tamaulipas (27 de noviembre al 1º de diciembre de 1995) con Robert Wharton y Donald Quicke como instructores. En ambos talleres se verificó la factibilidad de las claves en la identificación de géneros. Algunos de los participantes como: Coronado, Delfín, Flores, Hernández, Mercado, Rosas, Sánchez forman parte de los autores de la literatura sobre bracónidos en México, dos de ellos (Delfín y Mercado) con estudios específicos de la subfamilia Rogadinae y Cardiochilinae, respectivamente en la Universidad de Texas A & M, en Estados Unidos y otros (Figueroa y López) han formado nuevos recursos humanos a nivel licenciatura y postgrado en el área de la taxonomía de Braconidae. Posteriormente, otros especialistas mexicanos han realizado estudios de posgrado en la Universidad de Kentucky en Estados Unidos y en

el Imperial College en Inglaterra, reforzando el área de taxonomía molecular y efectuando varias publicaciones importantes sobre bracónidos mexicanos.

Van Achterberg (Museo Nacional de Historia Natural de Holanda) ha sido uno de los especialistas más destacados en el estudio de los bracónidos, preparó la clave ilustrada de subfamilias de la región Holártica y la mundial (Van Achterberg 1990, 1993), un CD con claves interactivas (Van Achterberg, 2001) y participó con la base de datos más completa al momento de la familia Braconidae en la realización del CD de Ichneumonoidea 2011 (Yu y col., 2012).

A partir de 1997 se ha usado el manual de Wharton y colaboradores como base para la identificación de especímenes mexicanos; contiene los géneros descritos hasta 1994 en 34 subfamilias. Para los géneros descritos posteriormente, se recurre a literatura adicional, como en las subfamilias Cardiochilinae (Dangerfield y col., 1999), Doryctinae (Marsh, 2002) y Agathidinae (Sharkey, 2004; Lindsay & Sharkey, 2006, van Achterberg and Long, 2010).

La página electrónica de Michael J. Sharkey (www.sharkey.lab.org) es una de las más completas; incluye claves pictóricas interactivas de algunas subfamilias y en el apartado de publicaciones, contiene ligas a sus artículos científicos que se pueden adquirir en PDF.

REGIÓN	NO. DE ESPECIES DE BRACONIDAE
AFROTROPICAL	2,618
AUSTRALASIA	1,222
NEÁRTICA	2,557
NEOTROPICAL	3,322
OCEÁNICA	445
ORIENTAL	4,168
PALEÁRTICA ORIENTAL	4,619
PALEÁRTICA OCCIDENTAL	4,011
EUROPA	3,615

CUADRO 1

Número de especies registradas por región.

Table 1. Number of recorded species by region.

Fuente: Yu y col., 2012.

En la región Paleártica es donde se han descrito más especies (Cuadro 1) y es donde se ubican los especialistas con mayor experiencia sobre la familia Braconidae, entre ellos M. Fischer en Austria, Yves Braet en Bélgica, Kees Van Achterberg en Holanda, Jenő Papp en Hungría, Donald Quicke en el Reino Unido, Sergey A. Belokobylskij y Vladimir I. Tobias (†) en Rusia. En la región Neártica han destacado varios especialistas, principalmente en EUA: Jason W. Leathers en Oregon, Robert R. Kula y Paul M. Marsh en Washington, Michael J. Sharkey en Kentucky, Scott Shaw en Wyoming, Robert Wharton en Texas y James Whitfield en Illinois; mientras que en la Neotropical han surgido muchos jóvenes taxónomos: Juan José Martínez y Dominga Carolina Berta de Fernández en Argentina, Sandra M. Barbalho y Angélica Maria Penteado-Dias en Brasil, Diego Fernando Campos Moreno y Carlos E. Sarmiento en Colombia, A. Valerio en Costa Rica, Lidia Sulca en Perú, Rosa Briceño G. en Venezuela, así como Fadia Sara Ceccarelli, Hugo Delfín González, José Isaac Figueroa de la Rosa, Víctor López Martínez, José Antonio Sánchez y Alejandro Zaldívar Riverón García en México, entre otros. Se han identificado 750 especies más en la región Neotropical que en la Neártica; algunos especialistas de otros países han estudiado ampliamente a los braconidos de Costa Rica (Marsh, 2002). Posiblemente, el número de especies descritas en las regiones Neotropical y Neártica aumentará cuando se describan a nivel de especie los 140 géneros identificados en México.

Yu y col. (2005) registraron 48 subfamilias a nivel mundial y para el año 2012 se redujeron a 46, con 1,057 géneros y 19,439 especies, incluyendo a la especie fósil *Protorthysalodes arnaudí* Perrichot, Nel & Quicke, 2009 (Yu y col., 2012). Para México en el 2005 se registraron 28 subfa-

milias y 518 especies determinadas en 139 géneros y en el 2012 un total de 28 subfamilias y 584 especies en 156 géneros, siendo excluidas las subfamilias Hydraengocoelinae, Histeromerinae y Pselaphaninae y la tribu Adeliini de Cheloninae elevada a nivel de subfamilia nuevamente, quedando como Adeliinae. Siete subfamilias han sido registradas para México sin especies determinadas, sólo con géneros (Adeliinae, Dirrhopinae, Exothecinae, Mesostoinae, Microtypinae, Miracinae y Pambolinae), con un total de 35 subfamilias de Braconidae para el país.

En el Cuadro 2 se aprecia la variación en el número de subfamilias (1990-2012) a nivel mundial. Para México, un listado actualizado de subfamilias fue publicado por Coronado (2011) basado en la clasificación de Yu y col. (2005), registrando 28 subfamilias, con Adeliini en Cheloninae, actualmente en Adeliinae; *Aspilodemon* en Hydrangeocolinae, actualmente en Mesostoinae; *Pselaphanus* en Pselaphaninae, actualmente en Sigalphinae, 297 géneros, 562 especies y 712 morfoespecies. Sin embargo, en la base de datos

de Yu y colaboradores (2012) se encuentran un total de 584 especies determinadas, y con información de diferentes publicaciones se elaboró el Cuadro 3, contando un total de 704 especies identificadas para México.

La clasificación de la familia Braconidae es compleja y como en toda asignatura, es necesaria una actualización continua para evitar errores de sinonimias y de posición de los géneros en sus respectivas subfamilias. Como consecuencia, la primera autora de la presente revisión de las subfamilias de Braconidae, fundó en 2009 (Coronado y col., 2010) el "Grupo de Investigadores de Braconidae de México", con el propósito de integrar a varios especialistas que se dedican al estudio de esta familia, en el país; actualmente es la Coordinadora General del grupo formado por especialistas y tesis de diversas instituciones, como: Instituto Politécnico Nacional (IPN), Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria (ITCV), Colegio de Postgraduados (Colpos), Universidad Autónoma de Campeche (UAC), Universidad Autónoma de Yucatán (UADY), Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM), Universidad Autónoma de San Luis Potosí (Uaslp), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (Umsnh), Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y la Universidad Autónoma de Tamaulipas (UAT). Con ello se ha logrado una mayor comunicación entre los investigadores y se comparten los resultados de sus investigaciones, con lo cual se evitan errores en la designación de nuevos registros de géneros o especies para el país.

Recientemente, se han estado formando especialistas jóvenes en la localidad por lo que el conocimiento actual de los braconidos en el Estado de Tamaulipas está incrementando (Pérez y col., 2011; Mireles, 2012; Mireles y col., 2012a, 2012b).

CONCLUSIONES

La clasificación de la familia Braconidae ha sido cambiante en los últimos veinte años. A la fecha en México se conocen especímenes de Braconidae pertenecientes a 35 subfamilias, 318 géneros y 704 especies, resultado de las publicaciones de investigadores mexicanos, norteamericanos y europeos. ■

AGRADECIMIENTOS

Al Conacyt, FIC-UAT, Promep-UAT y SNI, por el financiamiento para realizar estancias académicas en otras instituciones y para participar en la divulgación de resultados en foros nacionales e internacionales, lo que ha permitido conocer a especialistas de Ichneumonoidea y entablar una relación de trabajo formal, lo cual ha redituado en la participación conjunta en publicaciones.



Fuentes: autores.

Dra. Juana María Coronado-Blanco colectando braconidos en vegetación herbácea en Jaumave, Tamaulipas.

Dra. Juana María Coronado-Blanco collecting braconids in herbaceous vegetation in Jaumave, Tamaulipas.

NO.	SUBFAMILIA	VAN ACHTERBERG (1990) HOLÁRTICA	SHARKEY (1993)	VAN ACHTERBERG (1993)	WHARTON Y COL., 1998 (NUEVO MUNDO)	VAN ACHTERBERG (2001)	YU Y COL. (2005)	YU Y COL. (2012)
1	Acamposhelconinae Tobias, 1987	No	No	No	No. <i>Urosigalphus</i> en Tribu Brachistini (Helconinae)	No	X	X
2	Adeliinae Viereck, 1918	X	X	X	X	X	No. Tribu Adeliini (Cheloninae)	X
3	Agathidinae Nees, 1814	X	X	X	X	X	X	X
4	Alysiinae Leach, 1815	X	X	X	X	X	X	X
5	Amicrocentrinae Van Achterberg, 1979	No	X	X	No. Afrotropical	X	X	X
6	Aphidiinae Haliday, 1833	X	X	X	X	X	X	X
7	Apozyginae Mason, 1978	No	X	X	X	X	X	X
8	Betylobraconinae Tobias, 1979	No	No	X	X	X	X	X
9	Blacinae Förster, 1862	X	No	X	X	X	X	X
10	Brachistinae Förster, 1862	No	No	No. Tribu Brachistini (Helconinae)	No. Tribu Brachistini (Helconinae)	No	X	X
11	Braconinae Nees, 1811	X	X	X	X	X	X	X
12	Cardiochilinae Ashmead, 1900	X	X	X	X	X	X	X
13	Cenocoeliinae Szépligeti, 1901	X	No	X	X	X	X	X
14	Charmontinae Van Achterberg, 1979	No	No	X	No. Tribu Charmontini (Homolobinae)	X	X	X
15	Cheloninae Förster, 1862	X	X	X	X	X	X	X
16	Dirrhopinae Van Achterberg, 1984	X	X	X	X	X	X	X
17	Doryctinae Förster, 1862	X	X	X	X	X	X	X
18	Ecnomiinae Van Achterberg, 1985	No	No	X	No. Paleártica	X	X	X
19	Euphorinae Förster, 1862	X	X	X	X	X	X	X
20	Exothecinae Förster, 1862	No	No	X	No. <i>Colastes</i> y <i>Hormiopus</i> en Hormiinae	X	X	X
21	Gnamptodontinae Fischer, 1970	X	X	X	X	X	X	X
22	Helconinae Förster, 1862	X	X	X	X	X	X	X
23	Histeromerinae Fahringer, 1930	X	No	X	X	X	X	<i>Histeromerus</i> en <i>Rhyssalinae</i> .
24	Homolobinae Van Achterberg, 1979	X	X	X	X	X	X	X
25	Hormiinae Förster, 1862	No	No	X	X	X	X	X
26	Hydrangeocolinae Whitfield, 1992	No. La subfamilia aún no existía.	No	No	No. <i>Aspilodemon</i> e <i>Hydrangeocola</i> en Hormiinae	No	X	No. <i>Aspilodemon</i> e <i>Hydrangeocola</i> en <i>Mesostoinae</i>
27	Ichneutinae Förster, 1862	X	X	X	X	X	X	X
28	Khoikhoiinae Mason, 1983	No	X	X	No. Africa	X	X	X
29	Lysiterminae Tobias, 1968	No	No	X	No. <i>Lysitermus</i> en Hormiinae	X	X	X
30	Macrocentrinae Förster, 1862	X	X	X	X	X	X	X

X = Presencia

CUADRO 2

Fuente: J.M. Coronado-Blanco a partir de datos de van Achterberg (1990), Sharkey (1993), van Achterberg (1993), Wharton y col. (1998) y Yu y col. (2005, 2012).

Subfamilias de Braconidae Nees, 1811, según diferentes autores (1990-2012).

Table 2. Subfamilies of Braconidae Nees, 1811, after different authors (1990-2012).

NO.	SUBFAMILIA	VAN ACHTERBERG (1990) HOLÁRTICA	SHARKEY (1993)	VAN ACHTERBERG (1993)	WHARTON Y COL., 1998 (NUEVO MUNDO)	VAN ACHTERBERG (2001)	YU Y COL. (2005)	YU Y COL. (2012)
31	Masoninae Van Achterberg, 1995	No. La subfamilia aún no existía.	No	No. La subfamilia aún no existía.	X	X	X	X
32	Maxfischeriinae Papp, 1994	No. La subfamilia aún no existía.	No	No. La subfamilia aún no existía.	No. Australia	No	X	X
33	Mendesellinae Whitfield & Mason, 1994	No. La subfamilia aún no existía.	No	No. La subfamilia aún no existía.	X	X	X	X
34	Mesostoinae Van Achterberg, 1975	No	No	X	No. Australia	X	X	X
35	Meteorideinae Tobias, 1967	X	X	X	X	X	X	X
36	Meteorinae Cresson, 1887	No	X	No. Tribu Meteorini (Euphorinae)	X	No	No. Tribu Meteorini (Euphorinae)	No. Tribu Meteorini (Euphorinae)
37	Microgastrinae Förster, 1862	X	X	X	X	X	X	X
38	Microtypinae Szépligeti, 1908	No	X	X	X	X	X	X
39	Miracinae Viereck, 1918	X	X	X	X	X	X	X
40	Neoneurinae Bengtsson, 1918	X	X	X	X	X	No. Tribu Neoneurini (Euphorinae)	No. Tribu Neoneurini (Euphorinae)
41	Opiinae Blanchard, 1845	X	X	X	X	X	X	X
42	Orgilinae Ashmead, 1900	X	X	X	X	X	X	X
43	Pambolinae Marshall, 1885	No	No	X	No. <i>Pambolus</i> en Hormiinae	X	X	X
44	Proteropinae Van Achterberg, 1976	No	No	X	No	No	No	No
45	Protorhyssalinae Basibuyuk, Quicke & van Achterberg, 1999	No. La subfamilia aún no existía.	No	No. La subfamilia aún no existía.	La subfamilia no existía. Neártica	No	X	X
46	Pselaphaninae Van Achterberg, 1985	No	No	X	No. <i>Pselaphanus</i> en Sigalphinae	X	X	No. Tribu Pselaphanini (Sigalphinae)
47	Rhysipolinae Belokobylskij, 1984	No	No	No. Tribu Rhysipolini (Exothecinae)	No. <i>Cantharoctonus</i> y <i>Rhysipolis</i> en Hormiinae	X	X	X
48	Rhysalinae Förster, 1862	No	No	X	No. <i>Acrisis</i> , <i>Proacrisis</i> , <i>Monitoriella</i> , <i>Dolopsidea</i> , <i>Lysitermoides</i> , <i>Oncophanes</i> , <i>Pseudobathystomus</i> y <i>Rhysalus</i> en Hormiinae	X	X	X
49	Rogadinae Förster, 1862	X	X	X	X	X	X	X
50	Sigalphinae Haliday, 1833	X	X	X	X	X	X	X
51	Telengaiinae Tobias, 1962	X	No	X	No. Asia	X	No. Tribu Telengaiini (Exothecinae)	No. Tribu Telengaiini (Exothecinae)
52	Trachypetinae Schulz, 1911	No	X	X	No. Australia	X	X	X
53	Vaepellinae Quicke, 1987	No	No	X	No. Afrotropical	X	No. Tribu Vaepellini (Braconinae)	No. Tribu Vaepellini (Braconinae)
54	Xiphozelinae van Achterberg, 1979	No	X	X	No. Indo-Australiana, Paleártica	X	X	X
55	Ypsistocerinae Förster, 1862	No	No	No	X	No	No. Tribu Ypsistocerini (Doryctinae)	No. Tribu Ypsistocerini (Doryctinae)
	TOTAL DE SUBFAMILIAS:	27	30	45	34	47	48	46

X = Presencia

Continuación. **CUADRO 2**

Fuente: J.M. Coronado-Blanco a partir de datos de van Achterberg (1990), Sharkey (1993), van Achterberg (1993), Wharton y col. (1998) y Yu y col. (2005, 2012).

Subfamilias de Braconidae Nees, 1811, según diferentes autores (1990-2012).
Table 2. Subfamilies of Braconidae Nees, 1811, after different authors (1990-2012).

	SUBFAMILIA	DISTRIBUCIÓN* (YU Y COL., 2012)							MÉXICO*	MIFA*** (UAT)	MUNDIAL (YU Y COL., 2012)		MÉXICO**		COMENTARIOS
		NEA	NEO	ETI	PAL	OR	AU	OC			GÉNEROS	ESPECIES	GÉNEROS	ESPECIES	
1	Acampsohelconinae Tobias, 1987	X	X	X	X	X	X	X	X	X	4	103	1	22	
2	Adeliinae Viereck, 1918	X	-	X	X	X	-	X	X	X	4	31	2	0	En la región Neártica sólo se registra de EUA. Registrada para México por Wharton y Mercado (2000).
3	Agathidinae Haliday, 1833	X	X	X	X	X	X	X	X	X	46	1,154	20	112	
4	Alysiinae Leach, 1815	X	X	X	X	X	X	X	X	X	104	2,321	29	20	
5	Amicrocentrinae van Achterberg, 1979	-	-	X	-	-	-	-	-	-	2	5	-	-	Sólo ha sido registrada de 10 países de África y en Madagascar.
6	Aphidiinae Haliday, 1833	X	X	X	X	X	X	X	X	X	65	641	16	34	
7	Apozyginae Mason, 1978	-	X	-	X	-	-	-	-	-	2	2	-	-	Registrada sólo de Francia y de Chile.
8	Betylobracoinae Tobias, 1979	-	-	-	-	X	X	X	-	-	5	13	-	-	Registrada sólo de Australia, Nueva Caledonia, Nueva Guinea y Vietnam
9	Blacinae Förster, 1862	X	X	X	X	X	X	-	X	X	14	215	1	18	
10	Brachistinae Förster, 1862	X	X	X	X	X	X	X	X	X	11	410	5	12	
11	Braconinae Nees, 1811	X	X	X	X	X	X	X	X	X	188	3,035	25	77	
12	Cardiochilinae Ashmead, 1900	X	X	X	X	X	X	-	X	X	16	216	6	23	
13	Cenocoeliinae Szépligeti, 1901	X	X	X	X	X	X	-	X	X	7	96	4	15	
14	Charmontinae van Achterberg, 1979	X	X	X	X	X	X	-	X	-	3	9	1	2	
15	Cheloninae Förster, 1862	X	X	X	X	X	X	X	X	X	16	1,375	6	17	
16	Dirrhopinae van Achterberg, 1984	X	-	-	X	X	X	-	X	-	1	5	1	0	De la región Neártica se registra de EUA (Michigan, Texas y Virginia).
17	Doryctinae Förster, 1862	X	X	X	X	X	X	X	X	X	186	1,609	63	110	
18	Ecnomiinae Van Achterberg, 1985	-	-	-	X	X	X	-	-	-	2	9	-	-	Sólo se ha registrado de seis países (Australia, China, Indonesia, Corea, Papúa Nueva Guinea y Vietnam).
19	Euphorinae Förster, 1862	X	X	X	X	X	X	X	X	X	53	1,198	30	25	
20	Exothecinae Förster, 1862	X	X	X	X	X	X	X	X	-	7	95	3	0	
21	Gnamptodontinae Fischer, 1970	X	X	X	X	X	X	X	X	X	5	88	2	8	
22	Helconinae Förster, 1862	X	X	X	X	X	X	X	X	X	33	232	7	2	
23	Homolobinae van Achterberg, 1979	X	X	X	X	X	X	X	X	X	3	62	2	9	
24	Hormiinae Förster, 1862	X	X	X	X	X	X	X	X	X	15	149	4	4	
25	Ichneutinae Förster, 1862	X	X	X	X	X	X	-	X	X	10	89	8	12	
26	Khoikhoiinae Mason, 1983	-	-	X	-	-	-	-	-	-	2	13	-	-	Registrada exclusivamente de Sudáfrica.
27	Lysitermiinae Tobias, 1968	-	X	X	X	X	X	X	X	-	21	115	1	1	
28	Macrocentrinae Förster, 1862	X	X	X	X	X	X	X	X	X	8	236	4	7	
29	Masoninae Van Achterberg, 1995	X	X	-	-	-	X	-	-	-	3	7	-	-	En la región Neártica se ha reportado de EUA (Florida, Georgia) y en la Neotropical de la República Dominicana.
30	Maxfischeriinae Papp, 1994	-	-	-	-	-	X	-	-	-	1	6	-	-	Registrada exclusivamente de Australia
31	Mendesellinae Whitfield & Mason, 1994	X	X	-	-	-	-	-	X	-	2	15	1	2	
32	Mesostoinae Van Achterberg, 1975	-	X	-	-	-	X	-	X	-	7	32	1	0	En la región Neotropical se reporta de Brasil, Chile y Ecuador (Yu y col., 2012). Sin embargo, el género <i>Aspilodemon</i> , ahora en esta subfamilia (antes en Hydrangeocolinae) ha sido registrado de México (Wharton y Mercado 2000, Figueroa y col., 2010).

* Nea = Neártica; Neo = Neotropical; Eti = Etiópica; Pal = Paleártica; Or = Oriental; Au = Australiana y Oc = Oceánica. **Base de datos de Dra. Juana María Coronado Blanco (Excel); actualizada hasta septiembre del 2012).

*** MIFA = Museo de Insectos de la Facultad de Agronomía (hoy Facultad de Ingeniería y Ciencias); UAT = Universidad Autónoma de Tamaulipas.

CUADRO 3

Fuente: elaborado por J.M. Coronado-Blanco con datos propios, excepto las siguientes columnas: distribución, número de géneros y especies en el mundo que fueron obtenidos de Yu y col., (2012). Los comentarios se basan en los datos de distribución.

Subfamilias de Braconidae: Número de géneros y especies en el mundo y en México.

Table 3. Subfamilies of Braconidae: Number of genera and species in the world and in Mexico.

SUBFAMILIA	DISTRIBUCIÓN* (YU Y COL., 2012)							MÉXICO*	MIFA*** (UAT)	MUNDIAL (YU Y COL., 2012)		MÉXICO**		COMENTARIOS	
	NEA	NEO	ETI	PAL	OR	AU	OC			GÉNEROS	ESPECIES	GÉNEROS	ESPECIES		
33	Meteoroideinae Tobias, 1967	X	X	X	X	X	X	X	-	-	2	17	-	-	De la región Neártica sólo ha sido registrada de EUA (Florida, Wisconsin) mientras que de la Neotropical sólo de Brasil.
34	Microgastrinae Förster, 1862	X	X	X	X	X	X	X	X	X	54	2,238	34	53	
35	Microtypinae Szépligeti, 1908	X	X	X	X	X	-	X	X	-	3	21	1	0	
36	Miracinae Viereck, 1918	X	X	X	X	X	-	X	X	X	2	34	1	0	
37	Opiinae Blanchard, 1845	X	X	X	X	X	X	X	X	X	34	1,981	11	54	
38	Orgilinae Ashmead, 1900	X	X	X	X	X	X	X	X	X	13	356	2	8	
39	Pambolinae Marshall, 1885	X	X	X	X	X	X	X	X	X	7	57	1	0	
40	Protorhysalinae Basibuyuk, Quicke & Van Achterberg, 1999	X	-	-	X	-	-	-	-	-	2	2	-	-	Es la subfamilia más recientemente descrita, sólo ha sido registrada de EUA (New Jersey) y España.
41	Rhysopolinae Belokobylskij, 1984	X	X	X	X	X	X	X	X	X	7	48	2	2	
42	Rhysalinae Förster, 1862	X	X	X	X	X	X	X	X	X	16	72	8	3	
43	Rogadinae Förster, 1862	X	X	X	X	X	X	X	X	X	57	960	12	51	
44	Sigalphinae Haliday, 1833	X	X	X	X	X	-	X	X	X	8	42	3	1	
45	Trachypetinae Schulz, 1911	-	-	-	-	-	X	-	-	-	3	8	-	-	Registrada exclusivamente de Australia.
46	Xiphozelinae van Achterberg, 1979	-	-	-	X	X	X	-	-	-	2	16	-	-	Registrada sólo de China, India, Indonesia, Japón, Corea, Malasia, Myanmar, Papúa Nueva Guinea, Rusia, Sri Lanka y Vietnam.
		36	36	35	38	37	38	28	35	28	1,056	19,438	318	704	+ un género y especie fósil - <i>Protorrhysalodes arnaudii</i> Perrichot, Nel & Quicke, 2009 = 1,057 géneros y 19,439 especies a nivel mundial.

* Nea = Neártica; Neo = Neotropical; Eti = Etiópica; Pal = Paleártica; Or = Oriental; Au = Australiana y Oc = Oceánica. **Base de datos de Dra. Juana María Coronado Blanco (Excel; actualizada hasta septiembre del 2012).

*** MIFA = Museo de Insectos de la Facultad de Agronomía (hoy Facultad de Ingeniería y Ciencias); UAT = Universidad Autónoma de Tamaulipas.

Continuación.

CUADRO 3

Fuente: elaborado por J.M. Coronado-Blanco con datos propios, excepto las siguientes columnas: distribución, número de géneros y especies en el mundo que fueron obtenidos de Yu y col. (2012). Los comentarios se basan en los datos de distribución.

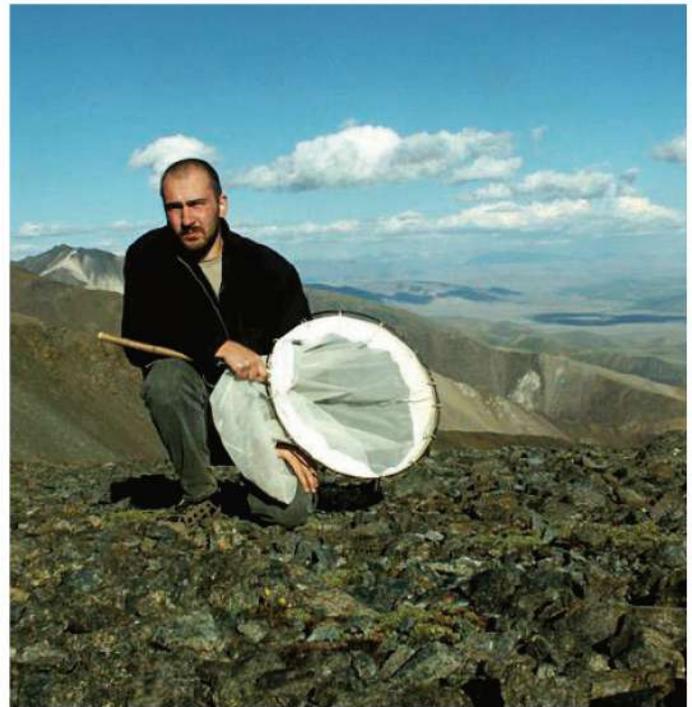
Subfamilias de Braconidae: Número de géneros y especies en el mundo y en México.

Table 3. Subfamilies of Braconidae: Number of genera and species in the world and in Mexico.



Dr. Enrique Ruíz-Cancino colectando insectos en frutos de *Yucca* sp. en Miquihuana, Tamaulipas.

Dr. Enrique Ruíz-Cancino collecting insects on *Yucca* fruits, in Miquihuana, Tamaulipas.



Dr. Andrey Ivanovich Khalaim colectando avispas en la Provincia de Altai en Rusia.

Dr. Andrey Ivanovich Khalaim collecting wasps in the Altai Province, in Russia.



Ing. Agr. Samuel Mireles-Cepeda colectando insectos en vegetación herbácea en un bosque de *Pinus* sp. en el Estado de Hidalgo, México.

Ing. Agr. Samuel Mireles-Cepeda collecting insects in herbaceous vegetation in a *Pinus* forest in the State of Hidalgo, Mexico.



MVZ Patricia Marissa Castillo-Flores determinando insectos en el MIFA-UAT.

MVZ Patricia Marissa Castillo-Flores determining insects in MIFA-UAT.



ICA Arely Julieta Rodríguez-Mota presentando resultados de su investigación en ExpoCiencia-UAT 2012.

ICA Arely Julieta Rodríguez-Mota presenting results of her research in ExpoCiencia-UAT 2012.

REFERENCIAS

- Coronado, J.M. (2011). *Braconidae (Hymenoptera) de Tamaulipas, México*. Serie Avispas Parasíticas de plagas y otros insectos No. 7. Editorial Planea. México. 203 Pp.
- Coronado, J.M., Ruíz, E., Delfín, H., Sánchez, J.A., López, V., Figueroa, J.I. y Zaldívar, A. (2010). Grupo de Investigación de Braconidae de México. pp. 273-284. En: Bastidas, J. M. y Alonso, R. (Coords.). *Redes y Grupos de Investigación en la Sociedad del Conocimiento. Experiencias de Constitución y Desarrollo en Iberoamérica*. Tomo II. Ediciones Del Lirio. México.
- Dangerfield, P.C., Austin, A.D. & Whitfield, J.B (1999). Systematics of the world genera of Cardiochiline (Hymenoptera: Braconidae). *Invertebrate taxonomy* 13: 917-976.
- Figueroa, J. I., Martínez, A.M., Mejía, A., Flores, A., Sánchez, J.A. y López, V. (2010). *Aspilodemon* Fischer (Hym.: Braconidae, Hormiinae), nuevo registro para México. pp. 929-933. En: Cruz M., S.G., J. Tello F., A. Mendoza E. y A. Morales M. (Eds.). *Entomología Mexicana* Vol. IX. Sociedad Mexicana de Entomología.
- Lindsay, C.L. & Sharkey, M. (2006). Revision of the genus *Amputoearinus* (Hymenoptera: Braconidae: Agathidinae) with fourteen new species. *Zootaxa* 1329: 1-27.
- Marsh, P.M. (1979). Family Braconidae, pp. 144-295. In: Krombein, K.V. et al. (Eds.). *Catalog of Hymenoptera in America north of México*. Smithsonian Institution Press. Washington, D.C.
- Marsh, P.M., Shaw, S.R. & Wharton, R.A. (1987). An identification manual for the North American genera of the family Braconidae (Hymenoptera). *Memoirs of the Entomological Society of Washington*. Number 13. 98 Pp.
- Marsh, P.M. (2002). The Doryctinae of Costa Rica (excluding the genus *Heterospilus*). *Memoirs of the American Entomological Institute*. Vol. 70. 229 Pp.
- Mireles, S. (2012). *Avispas parasíticas Braconidae (Hymenoptera) en dos localidades de Victoria, Tamaulipas, México*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ingeniería y Ciencias, Universidad Autónoma de Tamaulipas. 54 Pp.
- Mireles, S., Coronado, J.M., Ruíz, E., Khalaim A.I., Myartseva, S.N. y Rodríguez-Mota, A.J. (2012a). Nuevo registro del género *Minanga* (Hymenoptera: Braconidae) en la Sierra Madre Oriental de Tamaulipas, México. Libro de Resúmenes. 24 Encuentro Nacional de Investigación Científica y Tecnológica, A. C. p. 13.
- Mireles, S., Coronado, J.M., Ruíz, E., Khalaim, A.I., Myartseva, S.N. y Rodríguez, A.J. (2012b). Nuevos registros de Braconidae (Hymenoptera) para el municipio de Victoria, Tamaulipas; México. 3er. Encuentro Estudiantil de Investigación. ExpoCiencia 2012. UAT. P. 167-170.
- Nees von Esenbeck C.G. (1811). *Ichneumonides Adsciti*, in *Genera et Familias Divisi*. Magazin Gesellschaft Naturforschender Freunde zu Berlin. 5(1811): 1-37.
- Pérez, B., Coronado, J.M., Correa, A., Ruíz, E. y Horta, J.V. (2011). Diversidad de Braconidae (Hymenoptera: Ichneumonoidea) en el matorral espinoso del Cañón del Novillo, Victoria, Tamaulipas, México. *Dugesiana* 18(1): 39-43.
- Sharkey, M.J. (1993). Family Braconidae, pp. 362-395, en: Goulet H. y J. T. Huber (Eds.). *Hymenoptera of the world: An identification guide to families*. Agriculture Canada, Publication 1894/E, Ottawa.
- Sharkey, M.J. (2004). Afrotropical-North American disjunct distribution of *Minanga* (Hymenoptera: Braconidae) with the description of a new species and first record for the New World. *Annals of the Entomological Society of America*, 97(6): 1198-1203.
- van Achterberg, C. (1990). Illustrated key to the subfamilies of the Holarctic Braconidae (Hymenoptera: Ichneumonoidea). *Zool. Med. Leiden* 64(1): 1-20.
- van Achterberg, C. (1993). Illustrated key to the subfamilies of the Braconidae (Hymenoptera: Ichneumonoidea). *Zool. Verh. Leiden* 283: 1-189.
- van Achterberg, C. (2001). *Braconidae. An illustrated key to all subfamilies*. World Biodiversity Database. CD-ROM Series. Macintosh & Windows. Version 1.1.
- van Achterberg, C. & Dang Long, K. (2010). Revision of the Agathidinae (Hymenoptera, Braconidae) of Vietnam, with the description of forty-two new species and three new genera. *ZooKeys* 54: 184.
- Wharton, R.A. y Mercado, I. (2000). Braconidae (Hymenoptera). En: Llorente, B. J., González, S. E. y N. Papavero (Eds.). *Biodiversidad, Taxonomía y Biogeografía de artrópodos de México. Hacia una síntesis de su conocimiento*. UNAM-Conabio-Bayer, México. 2 (35): 635-647.
- Wharton, R.A., Marsh, P.M. & Sharkey, M.J. (Eds.) (1997). *Manual of the New World genera of the family Braconidae (Hymenoptera)*. Special Pub. – International Soc. Hymenopterists No. 1. Washington. 439 Pp.
- Yu, D. S., van Achterberg, K. & Horstmann, K. (2005). *World Ichneumonoidea 2004*. Taxonomy, biology, morphology and distribution. Taxapad CD. Vancouver, Canadá.
- Yu, D. S., van Achterberg, C. & Horstmann, K. (2012). *World Ichneumonoidea 2011*. Taxonomy, biology, morphology and distribution. Taxapad CD. Vancouver, Canadá.

BREVE REVISIÓN DE LAS TÉCNICAS DIAGNÓSTICAS DE LA ENFERMEDAD DE HANSEN

*BRIEF REVIEW OF DIAGNOSTIC
TECHNIQUES HANSEN'S DISEASE*

Jorge Eduardo Hernández-Hernández^{1*} y
Francisco Vázquez-Nava².

^{1,2}Universidad Autónoma de Tamaulipas,
Facultad de Medicina de Tampico "Dr.
Alberto Romo Caballero"/Departamento de
Investigación,
Centro Universitario Tampico-Madero,
Tamaulipas, México.

*Autor para correspondencia:
Universidad Autónoma de Tamaulipas,
Facultad de Medicina de Tampico "Dr. Alberto
Romo Caballero", Centro Universitario
Tampico-Madero, Boulevard Adolfo López
Mateos y Av. Universidad, s/n, Tamaulipas,
México, C.P. 89000.
jor_hh@hotmail.com.

Fecha de recepción: 10 de julio de 2012.
Fecha de aceptación: 29 de noviembre de
2012.

RESUMEN

La enfermedad de Hansen o lepra constituye un problema importante de salud en todo el mundo, y causada por *Mycobacterium leprae* (*M. leprae*) y *Mycobacterium lepromatosis* (*M. lepromatosis*). En México, en el 2009, se registraron 555 casos de esta enfermedad, y la tasa de detección fue menor de 0.3 por cada 100,000 habitantes. La principal forma de transmisión de los microorganismos es a través del flujo de la naso-faringe. Los criterios para el diagnóstico de la lepra son: clínicos, bacteriológicos, inmunológicos e histopatológicos. El objetivo de este artículo fue revisar las técnicas diagnósticas de la enfermedad de Hansen. A través de la clínica es posible establecer el diagnóstico de lepra. Sin embargo, el estándar de oro para el diagnóstico definitivo de la lepra es el procedimiento histológico. En los últimos años se han desarrollado nuevas técnicas diagnósticas de lepra como la amplificación del ADN de la *Mycobacterium leprae* por medio de PCR o detección de antígenos por medio de pruebas inmunológicas usando ELISA.

PALABRAS CLAVE:

Lepra, baciloscopia, biopsia, PCR.

ABSTRACT

Hansen's disease or leprosy constitute an im-

portant health problem worldwide and its caused by the bacteria *Mycobacterium leprae* and *Mycobacterium lepromatosis*. In México, during 2009, were registered 555 leprosy cases and the detection rate was less than 0.3 per case 100,000 population. The main mode of transmission of microorganisms is the naso-pharyngeal. The criterions for diagnosis of leprosy are: clinical data, bacteriological, immunological and histological analysis. The objective of this article was to review diagnosis techniques Hansen's disease. The clinic practice is essential to establish the diagnosis of leprosy. However, the gold standard for leprosy diagnosis is the histologic procedure. In recent years other diagnostic techniques such as amplifying *Mycobacterium leprae* (DNA) by polymerase chain reaction (PCR) and immunoassays like Enzyme-Linked ImmunoSorbent Assay ELISA have been developed.

KEY WORDS:

Leprosy, bacilloscopy, biopsy, PCR.

INTRODUCCIÓN

La enfermedad de Hansen o lepra es una patología granulomatosa crónica de etiología infecciosa provocada por *Mycobacterium leprae* y ahora se sabe que también por *Mycobacterium lepromatosis*. Las



FIGURA 2

Lesiones cutáneas en la enfermedad de Hansen.

Figure 1. Skin lesions in Hansen's disease.

manifestaciones clínicas se presentan principalmente en la piel y en los nervios periféricos (Torres y col., 2011, Bada y col., 2010 y OPS, 2007). Aunque se considera que es poco transmisible, con una tasa de mortalidad baja, las complicaciones que genera pueden llegar a ser deformantes e incapacitantes, como aquellas secundarias a la neuropatía. La poliquimioterapia implementada por la Organización Mundial de la Salud (OMS) desde 1983, ha demostrado que la enfermedad puede ser manejada efectivamente antes de generar complicaciones secundarias discapacitantes (figura 1). Sin embargo, continúa siendo una enfermedad estigmatizante y un problema de salud pública en las regiones tropicales y subtropicales de América, Asia y África (Concha y col., 2008).

La lepra puede afectar a las personas sin distinción de raza, edad o sexo, pero al comenzar la adolescencia y la edad adulta, el sexo masculino es el más afectado. El índice de infección no es mayor de 5 % (5 de cada 100 personas expuestas) (Torres y col., 2012a y Global leprosy situation, 2010). La frecuencia de transmisión dentro de la familia es 5 a 8 veces mayor que fuera de ella. Aproximadamente el 29 % de quienes comparten el mismo techo adquieren la enfermedad dentro del hogar y únicamente un 6% de los casos corresponde a lepra conyugal (Torres y col., 2012a y Global leprosy

situation, 2010).

La información más antigua de esta enfermedad se encuentra en los Papiros de Berlín 6619 que datan de la época de Ramsés II (2160-1700 A.C) (Cardona y Bedolla, 2011). Henrik Armauer Hansen en 1873 descubrió el agente causal de la Lepra, *Mycobacterium leprae* (Bada y col., 2010 y Rivero y col., 2009). Cabe destacar que con este descubrimiento se logró el primer hallazgo de una bacteria como agente etiológico de una patología en el ser humano (Concha y col., 2008). A lo largo del tiempo, la lepra tuvo diferentes denominaciones, entre las que destacan: lepra leoniana, lepra de la Edad Media, lacería, mal rojo de Cayena, enfermedad de Crimea, mal de San Lázaro, lepra tuberculosa de Alibert, lepra negra y lepra blanca (Cardona y Bedoya, 2011).

Según cifras de la Organización Panamericana de la Salud (OPS), durante el 2006 en el continente Americano, un total de 64,715 casos fueron manejados terapéuticamente mediante poliquimioterapia. Además, en este mismo año se registraron 47,612 casos nuevos. Aproximadamente, 8% de estos casos se diagnosticaron en menores de 5 años y 53 % de los mismos fueron multibacilares (MB) (Organización Panamericana de la Salud, 2007).

En México, el número de enfermos de lepra disminuyó al pasar de 16,694 casos en 1990 a 820 en

el 2005 (Cardona y Bedoya, 2011). Durante el 2009, se registraron 555 y la tasa de detección fue menor de 0.3 por cada 100,000 habitantes. Los estados con mayor prevalencia (0.8 por cada 100,000 habitantes) fueron: Sinaloa, Nayarit, Colima y Guerrero. Mientras que aquellos con una prevalencia intermedia (0.09 - 0.8 por cada 100,000 habitantes) y con tasa de detección elevada fueron: Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas, Querétaro, Oaxaca y Campeche. La forma de presentación preponderante en México fue la multibacilar (MB) en el 78.3 % de los casos. (Larrea y col., 2012).

En cuanto a la forma de transmisión de los microorganismos causantes de lepra la naso-faríngea es la principal, y en menor medida por vía cutánea. La vía digestiva como zona de infección aún está en discusión (Torres y col., 2012a). En regiones endémicas, se ha informado la prevalencia de incluso un 5 a 10 % de portadores sanos. Es importante mencionar que la lepra no es hereditaria ni congénita; tampoco existe la transmisión vía transplantaria (Torres y col., 2012a).

DIAGNÓSTICO DE LA LEPRA

Durante el siglo XIX inicia el conocimiento científico de la lepra. Danielssen y Boech, basados en un estudio clínico y otro patológico, la clasificaron en dos formas clínicas: la nodular y la anestésica (Rivero y col., 2009). A comienzos del siglo pasado, en 1905, Jadassohn describe la forma tuberculoide, y Mitsuda en 1919, descubre la prueba intradérmica de la lepromina (Rivero y col., 2009). En 1938, en el IV Congreso Internacional de Leprología en la ciudad de El Cairo, se acordó sustituir la denominación inicial de cutánea por la de leprótica (L), y la otra forma clínica la designaron como neurítica (N). Durante el VI congreso Internacional de Leprología desarrollado en 1953 en la ciudad de Madrid, se estableció el reconocimiento de dos formas bien definidas: la lepromatosa y la tuberculoide, y se crearon dos grupos intermedios: el indeterminado y el Dimorfo (D) o borderline (B). De igual manera, en este congreso se establecieron los criterios para el diagnóstico de la lepra y están basados en datos: clínicos, bacteriológicos, inmunológicos e histopatológicos (Concha y col., 2008; Torres y col., 2012a; Norma Oficial Mexicana, 2009, Rodríguez y col., 2003, Rodríguez y col., 2009). Tener un índice

alto de sospecha es importante para establecer el diagnóstico, de ahí la importancia de las manifestaciones clínicas como primer recurso cuando las lesiones son orientadoras, pero se deben incluir los estudios paraclínicos (Torres y col., 2012a y WHO, 2012). Desde el punto de vista clínico el diagnóstico está basado en tres puntos claves: 1) las lesiones hipopigmentadas o rojizas con pérdida de la sensibilidad; 2) engrosamiento de nervios periféricos; 3) presencia de bacilos ácido-alcohol resistentes en la biopsia (WHO, 2012) (figura 2). La prueba clásica para el diagnóstico de la lepra es el procedimiento histológico. La presencia de inflamación neuronal en los estudios histopatológicos, es de gran ayuda para diferenciar la Enfermedad de Hansen de otros desórdenes de tipo granulomatoso (Bonivento y col., 2009 y Cortés y col., 2008). En los pacientes que se encuentran en un estado intermedio entre los tipos tuberculoide y lepromatoso, hay una gran dificultad para el diagnóstico tanto en sensibilidad como en especificidad, pues las características en las muestras (biopsias) parecen inconsistentes con el número de organismos observados o cuando existe una respuesta granulomatosa a pesar de que hay muy pocos o ningún bacilo (Calderón y Luna, 2006).

Los nervios con trayecto superficial, como el cubital, radial y tibial posterior, pueden estar engrosados, por lo que deben de palparse en la exploración física. El examen ocular es indispensable a través del cual se puede determinar si existe ectropión (eversión del párpado, especialmente el inferior), entropión (inversión del borde palpebral) y lagofthalmos (dificultad para cerrar el ojo). Así mismo se debe evaluar la movilidad palpebral y del globo ocular. Así como la búsqueda intencionada de signos de iritis (Torres y col., 2012b). El examen de baciloscopia es de gran utilidad, a través del cual se pueden obtener resultados positivos en casos multibacilares y negativos en infecciones paucibacilares. La muestra se toma de la mucosa nasal o de las lesiones cutáneas de codos o rodillas. Con la muestra se hace un frotis, se fija y se tiñe con la técnica de Ziehl-Neelsen o Fite-Faraco y finalmente se observan los bacilos en sus formas características (globias) (Torres y col., 2012b)

La prueba de leprominorreacción, se realiza con antígeno de lepromas de armadillo. Los resultados positivos se observan en los casos tuberculoideos y los negativos en la forma lepromatosos. En los casos dimorfos e indeterminados el resultado depende de la evolución posterior de éstos. La reacción se conoce como de Fernández y se interpreta 24 a 48 horas después. Esta prueba se realiza generalmente con objeto de investigación. La reacción de Mitsuda por su parte, se interpreta a los 21 días. En el caso de resultar positiva indica

resistencia. Esta prueba permite clasificar a los casos y establecer el pronóstico de la enfermedad (Torres y col., 2012b). Con relación al estudio histopatológico, este método permite clasificar el caso y la vigilancia del tratamiento. El sitio de toma de la biopsia depende de la accesibilidad de las lesiones, los nódulos, manchas o placas infiltradas en la piel o incluso en órganos internos, hígado, bazo, riñón, médula ósea o ganglios linfáticos (Torres y col., 2012b).

En el cuadro 1 se muestran los criterios para diagnosticar los diferentes tipos de lepra, de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-027-SSA2-2007 (NOM) para la prevención y control de la lepra (NOM, 2009).

Para la lepra lepromatosa la evolución es progresiva, en las lesiones cutáneas se presentan nódulos, placas infiltradas o lesiones foliculares (elementos circunscritos) o infiltración difusa, alopecia en cejas, pestañas y vello corporal, hay presencia de lesiones mucosas como la rinitis, ulceración del tabique nasal (porción cartilaginosa), neuritis simétrica, trastornos de la sensibilidad y motora, pueden desarrollarse nódulos en la córnea, iritis, iridociclitis, queratitis punteada, reacción lepromatosa o reacción tipo II, la baciloscopia es positiva tipo Multibacilar (MB), en la histopatología se observa granuloma lepromatoso (células de Virchow con bacilos), Mitsuda negativa y desde el punto de vista epidemiológico, tener el antecedente de vivir o haber vivido con un enfermo de lepra o en un área endémica (NOM, 2009).

En la lepra tipo tuberculoide la evolución es regresiva, con alteraciones cutáneas como placas infiltrativas, eritematosas, asimétricas, de bordes definidos y siempre anestésicas, neuritis asimétrica, retracciones musculares, puede haber lesiones oculares consecutivas o lagofthalmos por parálisis muscular, no hay estados reaccionales, la baciloscopia es negativa paucibacilar (PB). En el estudio histopatológico se aprecia un granuloma tuberculoide (células epiteliales y gigantes tipo Langhans sin bacilos), con Mitsuda positiva y tener antecedentes de vivir o haber vivido con un enfermo de lepra o en un área endémica (NOM, 2009).

En el grupo indeterminado, si no hay tratamiento, evoluciona a uno de los dos tipos antes mencionados, hay presencia de manchas hipopigmentadas, anhidróticas con trastornos de la sensibilidad y alopecia en dichas manchas, de igual forma, se presentan trastornos de la sensibilidad en la manchas y/o retracciones musculares, en la baciloscopia puede resultar con escasos o sin bacilos. En el estudio histopatológico hay infiltrado inflamatorio inespecífico. Con la leprominorreacción los resultados pueden ser Mitsuda positiva o negativa, en cuanto a las características epidemio-

lógicas son las mismas que se mencionaron en los dos tipos de lepra anteriores (NOM, 2009).

Por último, el grupo dimorfo, es una forma inestable, evoluciona a los tipos lepromatoso o tuberculoide, hay placas infiltradas eritematosas, cobrizas, con borde externo mal definido, puede estar acompañado de alopecia en las lesiones, congestión nasal transitoria, neuritis. Puede o no haber trastornos de la sensibilidad en las placas, afección conjuntival, presenta reacción tipo I. La baciloscopia puede ser positiva Multibacilar (BB y BL) o negativa Paucibacilar. Con el estudio histopatológico se identifican células de Virchow y tipo Langhans, pues ser Mitsuda positiva o negativa y tener los antecedentes epidemiológicos mencionados anteriormente (NOM, 2009).

Con el desarrollo de técnicas en biología molecular, se ha podido analizar el ADN de la *Mycobacterium leprae* por medio de PCR. En un estudio publicado en 2006 por Calderón y Luna, se amplificó un fragmento de 360 pb del gen hsp 18, que codifica al antígeno proteico de 18 kDa de *M. leprae* y se ha considerado como una opción para determinar la prevalencia en pacientes asintomáticos que tienen la capacidad de transmitir bacilos. Este procedimiento consiste en extraer el ADN genómico de células nucleadas a partir de muestras de pacientes y amplificar dicho ADN por medio de la Reacción en Cadena de la Polimerasa. Dicho sistema, mostró una alta especificidad al no presentar reacción cruzada con otras micobacterias, como la *M. tuberculosis*. Se requieren más ensayos para determinar la verdadera eficacia y utilidad de este método diagnóstico para identificar pacientes con lepra. Sin embargo, cabe destacar que por medio de la PCR, es posible establecer la respuesta terapéutica tanto positiva como negativa a fármacos contra la lepra, porque el tratamiento elimina el ADN de las bacterias, y hace que cada vez haya menos ADN bacteriano, hasta llegar a un punto en que la PCR será negativa, producto de la poliquimioterapia. Por otro lado, en los casos con bacilos resistentes, la reacción por PCR se mantiene positiva (Calderón y Luna, 2006 y Matsuoka y col., 2010).

La lepra, particularmente la de tipo multibacilar, se transmite silenciosamente, antes de poder detectarlo clínicamente, para estos casos se están utilizando la tecnología Multiplex PCR (M-PCR), los resultados obtenidos son muy prometedores para detectar en forma temprana los contactos de casos de la enfermedad de Hansen (Banerjee y col., 2010).

Actualmente se están utilizando técnicas genéticas para detectar la resistencia de la *Mycobacterium leprae* a los fármacos de primera línea (dapsona, rifampicina), y de segunda elección



<http://www.environmentalgraffiti.com/news-faces-leprosy/image-8>

FIGURA 1

Tratamiento de algunas lesiones cutáneas.

Figure 1. Treatment of some skin lesions.

(fluoroquinolonas), como la prueba de genotipo lepraDR, los resultados de la prueba fueron 100% concordantes con los de PCR y secuenciación de la prueba de almohadilla de la pata del ratón para las capas resistentes. Por lo que constituye una verdadera novedad para detectar la resistencia a los fármacos (Cambau y col., 2012).

La reacción en cadena de la polimerasa (PCR), permite detectar *M. leprae* en muestras de orina. Mediante esta técnica, se amplificó un fragmento de 151-bp del gen de *M. leprae* (PCR-PARA) para dicho fin. Aunque esta reacción tiene algunas limitaciones, es útil en el diagnóstico de la lepra tuberculoide (Caleffi y col., 2012).

Más aún, se han realizado una serie de ensayos basados en PCR cuantitativos para hacer el diagnóstico de la lepra directamente sobre muestras clínicas, en donde se compararon los siguientes marcadores de ácidos nucleicos para detectar ADN de *M. leprae*: Ag 85B (Antígeno), *sodA*, 16S rRNA (Ácido Ribonucleico ribosomal) y RLEP (elemento repetitivo), cada muestra se confirmó previamente, basados en pruebas clínicas y de laboratorio. El resultado fue el siguiente: tanto la especificidad y la sensibilidad resultaron

prácticamente similares, sin embargo el ensayo con RLEP resultó ser más sensible (0.915), pero con una especificidad menor de 0.733. En tanto que para 16S rRNA, *sodA* y Ag 85B, los resultados de sensibilidad fueron 0.511, 0.468, 0.553, respectivamente y la especificidad de 1 para los tres (Cuadro 2). Los resultados, muestran que el RLEP podría ser utilizado para mejorar la detección del paciente por su alta especificidad/confianza (100/88.9% para pacientes MB y de 84.6/80.5% para los pacientes PB), aunque la especificidad de 73.3% tiene que ser tomada en consideración (Martínez y col., 2009, Martínez y col., 2006, Nóbrega y col., 2011 y Truman y col., 2008). Así mismo, en estudios previos, se reportó que la prueba basada en la detección del ácido ribonucleico ribosomal 16S tiene una sensibilidad de 90% para pacientes lepromatosos y un 16.7% para tuberculoideos (Rodríguez y Medina, 2001).

De acuerdo con la OMS y a la OPS (OMS, 2000), en la guía para la eliminación de la lepra, la presencia de una o varias manchas cutáneas con una pérdida de la sensibilidad permite establecer el diagnóstico clínico de lepra, pero es importante mencionar, que si no hay una pérdida

definida de la sensibilidad no se debe establecer el diagnóstico (OMS, 2000). Las manchas pueden ser blanquecinas, rojizas o cobrizas, aplanadas o elevadas, pueden aparecer en cualquier parte del cuerpo, no son pruriginosas y son indoloras (OMS, 2000).

En otro estudio se compararon tres pruebas inmunológicas (Lobato y col. 2011) para el diagnóstico y detección subclínica de la infección por lepra. Los resultados de sensibilidad del Glucolípidio fenólico (PGL-I), Disacárido natural ligado a la albumina sérica humana (ND-O-HSA) y el Flujo lateral (ML) (es una prueba inmunocromatográfica de flujo simple y rápido para la detección de IgM a PGL-I) fueron de 68.83%, 63.84% y 60.65%, respectivamente, con una especificidad de 98% para los ensayos con ELISA. Los PGL-I ELISA, nativos y sintéticos, detectan anticuerpos en el 27.73% y el 31.73 % de los pacientes paucibacilares (PB), respectivamente, mientras que la prueba de Flujo ML (ML flow, en inglés) no detectó anticuerpos en este grupo. Sin embargo, la prueba de Flujo ML fue capaz de clasificar a los pacientes en PB o MB. Las pruebas de ELISA mostraron un rango más amplio del índice de ELISA (IE), variando desde

CARACTERÍSTICAS	TIPO LEPROMATOSO	TIPO TUBERCULOIDE	GRUPO INDETERMINADO	GRUPO DIMORFO
Evolución	Progresiva	Regresiva	Fase temprana de la enfermedad. Si no se trata, evoluciona a los tipos lepromatoso o tuberculoide	Forma inestable, evoluciona a los tipos lepromatoso o tuberculoide
Lesiones cutáneas	Nódulos, placas infiltradas o lesiones foliculares (elementos circunscritos) o infiltración difusa	Placas infiltradas, eritematosas, asimétricas de bordes definidos y siempre anestésicas	Manchas hipo pigmentadas, anhidróticas con trastorno de la sensibilidad	Placas infiltradas eritematosas, cobrizas, con borde externo mal definido
Alopecia	Cejas, pestañas y vello corporal	No hay	En las manchas	Puede existir en las lesiones
Lesiones mucosas	Rinitis, ulceración y perforación del tabique nasal (porción cartilaginosa)	No hay	No hay	Puede haber congestión nasal transitoria
Alteraciones neuróticas	Neuritis simétrica, trastornos de la sensibilidad y motores	Neuritis asimétrica retracciones musculares	Trastorno de la sensibilidad en las manchas y/o retracciones musculares	Neuritis, puede haber o no trastorno de la sensibilidad en las placas
Lesiones oculares	Puede haber nódulos en la córnea, iritis, iridociclitis, queratitis punteada	Pueden existir consecutivas a lagofthalmos por parálisis muscular	No hay	Puede haber afección conjuntival
Estados reaccionales	Reacción tipo II o reacción leprosa	No hay	No hay	Reacción tipo I, reacción de reversa o de degradación
Baciloscopia	Positiva Multibacilar (MB)	Negativa Paucibacilar (PB)	Sin o con escasos bacilos	Positiva Multibacilar (BB y BL), o negativa Paucibacilar (BT)
Histopatología	Granuloma lepromatoso (células de Virchow con bacilos)	Granuloma tuberculoide (células epitelioides y gigantes tipo Langhans sin bacilos)	Infiltrado inflamatorio inespecífico (sin o con bacilos escasos aislados)	Estructura mixta células de Virchow y tipo Langhans
Lepromirreacción	Mitsuda negativa	Mitsuda positiva	Mitsuda positiva o negativa	Mitsuda positiva o negativa
Epidemiología	Antecedente de vivir o haber vivido con un enfermo de lepra o en un área endémica			

CUADRO 1

Fuente: Norma Oficial Mexicana NOM-027-SSA2-2007 (Norma Oficial Mexicana, 2009).

Diagnóstico de lepra

Table 1: Diagnosis of leprosy

0.1 hasta 31.0 para el nativo PGL-1 y 0.3 a 27.8 para el ND-O-HSA. Los resultados de la prueba de flujo ML varía de cero a cuatro y no diferencia los pacientes con formas clínica BT y BB, y entre BL y LL (Bührer-Sékula y col., 2007, Lobato y col., 2011 y Parkash, 2011).

CONCLUSIONES

La enfermedad de Hansen sigue siendo un problema de salud pública en nuestro país y en varias partes del mundo, a pesar del avance en el conocimiento del bacilo de Hansen, la prueba

clásica para diagnosticar la lepra sigue siendo el procedimiento histológico. Las nuevas técnicas diagnósticas basadas en PCR, exámenes inmunológicos y por medio de ELISA son muy prometedoras. Por ejemplo, en el caso de los estudios por PCR éstos permiten determinar la respuesta terapéutica a los fármacos en los pacientes. Es necesario enfatizar, que las herramientas más importantes para el diagnóstico de lepra son las pruebas clínicas mientras que los estudios paraclinicos son complementarios. ■

ENSAYO	ESPECIFICIDAD	SENSIBILIDAD
RLEP	0.915	0.733
16S rRNA	0.511	1
soda	0.468	1
Ag 85B	0.553	1

CUADRO 2**Resumen de los resultados de los ensayos para el diagnóstico de la lepra.**

Table 2: Summary of the results of tests for leprosy diagnosis.

Fuente: Nóbrega M A y col. Evaluation of qPCR-Based Assays for Leprosy Diagnosis Directly in clinical Specimens (Nóbrega, 2011).

REFERENCIAS

- Bada, M., Arenas, R., Vergara, L., Vega, M., Toussaint, S., Bada, M., Grube, P. y Cruz, A. (2010). "Lepra en Veracruz. Presentación de dos casos clínicos". *Med Int Mex.*, 26(6):625-628.
- Banerjee, S., Sarkar, K., Gupta, S., Mahapatra, P.S., Gupta, S., Guha, S. et al. (2010). "Multiplex PCR technique could be an alternative approach for early detection of leprosy among close contacts—a pilot study from India". *BMC Infect Dis*, 10: 252.
- Bonivento, P., Blanco, O. y Cantillo, A. (2009). "Lepra y estados reaccionales. A propósito de un caso y revisión bibliográfica". *Revista de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad del Magdalena, Colombia*, 7(1):71-77.
- Bührer-Sékula, S., Visschedijk, L., Grossi, M., Dhakal, K., Namadi, A., Klastser, P. y Oskam, L. (2007). "The ML Flow test as a point of case test for leprosy control programmes: potential effects of classification of leprosy patients". *Lepr Rev*, 78, 70-79.
- Calderón, E. y Luna, C. (2006). "Amplificación del gen hsp18 para la detección de *Mycobacterium leprae*". *Rev Perú Med Exp Salud Pública*, 23(4), 297-302.
- Caleffi, K.R., Hirata, R.D., Hirata, M.H., Caleffi, E.R., Siquiera, V.L., Cardoso, R.F. (2012). "Use of the polymerase chain reaction to detect *Mycobacterium leprae* in urine". *Braz J Med Biol Res*; 45(2):153-7. Epub 2012, Feb 2.
- Cambau, E., Chauffour-Nevejans, A., Tejmar-Kolar, L., Matsuoka, M., Jarlier, V. (2012). "Detection of Antibiotic Resistance in Leprosy Using GenoType LepraeDR, a Novel Ready-To-Use Molecular Test". *PLoS Negl Trop Dis*; 6(7): e1739. Epub 2012, Jul 31.
- Cardona, N. y Bedoya, G. (2011). "Lepra: enfermedad milenaria y actual". *Iatreia*, 24(1): 51-64.
- Concha, M., Cossio, L., Salazar, I., Fich, F., Pérez, C. y González, S. (2008). "Enfermedad de Hansen: Revisión a propósito de un caso". *Rev Chil Infect*, 25 (1): 64-69.
- Cortés, A., Botero, P. y Rodríguez, G. (2008). *La lepra en el anciano. Asociación Colombiana de Infectología*, 12 (4):240-245.
- Global leprosy situation (2010). *Weekly epidemiological record*. Switzerland: World Health Organization, 337-48.
- Larrea, M., Carreño, M. C. y Fine, P. E. (2012). "Patterns and trends of leprosy in Mexico, 1989-2009". *Lepr Rev*, 83: 184-194. [En línea]. Disponible en: <http://www.leprahealthinaction.org/1r/June12/1715.pdf>. Fecha de consulta: 15 de noviembre de 2012.
- Lobato, J., Pena, M., Melo, E., Goncalves, M., Spencer, J., Brennan, P., Goulart, L. and Bernardes, I. (2011). "Comparison of the three immunological tests for leprosy diagnosis and detection of subclinical infection". *Lepr Rev*, 82 (4): 389-401.
- Matsuoka, M., Suzuki, Y., García, I.E., Fafutis, M., Vargas, A., Carreño, C., Fukushima, Y., Nakajima, C. (2010). "Possible mode of emergence for drug-resistant leprosy is revealed by an analysis of samples from Mexico". *Jpn J Infect Dis*. 63(6):412-6
- Martínez, A., Lahiri, R., Pittman, T., Scollard, D., Truman, R., Moraes, M. and Williams, D. (2009). "Molecular determination of *Mycobacterium leprae* viability by use of real-time PCR". *J Clin Microbiol*, 47(7):2124-2130.
- Martínez, A., Britto, C., Nery, J., Sampaio, E., Jardim, M., Sarno, E. and Morales, M. (2006). "Evaluation of real-time and conventional PCR targeting complex 85 genes for detection of *Mycobacterium leprae* DNA in skin biopsy samples from patients diagnosed with leprosy". *J Clin Microbiol*, 44(9):3154-3159.
- Nóbrega, A., Ribeiro, M., Nunes, E. y Ozório, M. (2011). "Evaluation of qPCR-Based Assays for Leprosy Diagnosis Directly in clinical Specimens". *PLoS Negl Trop Dis*, 5(10): e1354.
- Norma Oficial Mexicana (NOM-027-SSA2-2007 para la prevención y control de la lepra.) (2009). NOM-027-SSA2-2007 para la prevención y control de la lepra. [En línea]. Disponible en: http://www.esm.ipn.mx/WPS/WCM/CONNECT/851D BE00401DA4A0BE61BEED7DDoCoC/NORMA_20PREVENCION_20LEPRA3BCD.PDF?MOD=AJPERES. Fecha de consulta: 29 de junio de 2012.
- Organización Mundial de la Salud (OMS) (2000). Organización Panamericana de la Salud. Guía para la eliminación de la lepra. [En línea]. Disponible en: http://www.who.int/lep/resources/Guide_SI.pdf. Fecha de consulta: 29 de junio de 2010.
- Organización Panamericana de la Salud (OPS) (2007). Situación de la lepra en la región de las Américas. [En línea]. Disponible en: Revisado en: <http://www.paho.org/Spanish/AD/DPC/CD/lep-sit-reg-2007.pdf>. Fecha de consulta: 29 de junio de 2012.
- Parkash, O. (2011). "Serological detection of leprosy employing *Mycobacterium leprae* derive serine-rich 45 kDa, ESAT-6, CFP-10 and PGL-I: a compilation of data from studies in India populations". *Lepr Rev*, 82(4): 383-388.
- Rivero, E., Barrios, Z., Berdasquera, D., Tápanes, T. y Peñalver, A. (2009). "La lepra un problema de salud global". *Rev Cubana Med Gen Integr*, 25(1):0-0.
- Rodríguez, G., Pinto, R., López, F. y Gómez, Y. (2009). "Eritema nudoso leproso persistente y enteropatía letal por clofazimina". *Biomédica Colombia*, 29:18-24.
- Rodríguez, M. y Castillo, G. (2003). "Reporte de 9 casos nuevos de lepra estudiados en el Centro Dermatológico Pascua en el año 2001". *Rev Cent Dermatol Pascua*, 12(1):15-22.
- Rodríguez, O. y Medina, E. (2001). "Reacción en cadena de la polimerasa en lepra". *Rev Cent Dermatol Pascua*, 10(3):127-129.
- Torres, E., Vargas, F., Atoche, C., Arrazola, J., Carlos, B. y Arenas, R. (2011). "Lepra en México. Una breve reseña histórica". *Dermatol Rev Mex*, 55(5):290-295.
- Torres, E., Vargas, F., Atoche, C., Arrazola, J. y Arenas, R. (2012a). "Lepra. Clasificación y cuadro clínico". *Dermatol Rev Mex*, 56(1):47-54.
- Torres, E., Vargas, F., Atoche, C., Arrazola, J. y Roberto, A. (2012b). "Lepra. Técnicas diagnósticas y estrategias terapéuticas". *Dermatol Rev Mex*, 23(2):119-125.
- Truman, R., Andrews, P., Robbins, N., Adams, L., Krahenbuhl, J. and Gillis, T. (2008). "Enumeration of *Mycobacterium leprae* using real-time PCR". *PLoS Negl Trop Dis*, 2(11):e328.
- World Health Organization (WHO) (2012). Leprosy. Diagnosis Of leprosy. [En línea]. Disponible en: <http://www.who.int/lep/diagnosis/en/index.html>. Fecha de consulta: 29 de junio de 2012.

La empresa familiar: Desarrollo de sus tipologías de 1980 a 2009

*Family Business: Typology
development through 1980-2009*

María Isabel de la Garza-Ramos^{1*}, José Melchor Medina-Quintero²,
Elizabeth Mayer-Granados¹ y Karla Paola Jiménez-Almaguer¹.

¹Universidad Autónoma de Tamaulipas, Facultad de Comercio y Administración de Tampico.

²Universidad Autónoma de Tamaulipas, Facultad de Comercio y Administración Victoria,
Centro Universitario "Adolfo López Mateos", Ciudad Victoria, Tamaulipas, México. C.P. 87124.

* Autora para correspondencia: Universidad Autónoma de Tamaulipas, Facultad de
Comercio y Administración de Tampico, Centro Universitario Tampico-Madero, Tamaulipas,
México. Col. Universidad. C.P. 89137.
igarza@uat.edu.mx

Fecha de recepción: 25 de octubre de 2011.

Fecha de aceptación: 31 de mayo de 2012.

RESUMEN

La empresa familiar adquiere cada vez más importancia en el campo de la investigación organizacional por sus características distintivas que influyen en su desarrollo, su importancia en la generación de empleos y contribución al Producto Interno Bruto Nacional, pero también por los porcentajes tan bajos de supervivencia al transitar de una a otra generación, lo que obliga a observarla desde diferentes ópticas para poder entenderla como fenómeno social. Centrándose la discusión en las diferencias sustanciales que distinguen a las empresas familiares entre sí, se presentan los resultados de una revisión bibliográfica sobre nueve diversas tipologías que han utilizado los estudiosos de la misma para clasi-





ficarla. Los resultados indican que durante quince años primó una sola tipología de la empresa familiar: la generacional, posteriormente las clasificaciones se enfocan al estudio de los sistemas que la conforman, la empresa y la familia.

PALABRAS CLAVE: Tipología, empresa familiar, cambio generacional.

ABSTRACT

The family business is becoming increasingly important in the field of organizational research because of its distinctive features that influence its development, its importance in generating employment and contribution to national GDP, but also because its low survival rates when moving

from one generation to another, making it necessary to look at it from different perspectives to understand this social phenomenon. Focusing the discussion on the substantial differences that distinguish family businesses among them the results of a careful review of the literature on nine different typologies that scholars have used to classify the same are presented. The results indicate that fifteen years it has prevailed one type of family business: the generational classifications, subsequently the researches has been focus on systems that comprise: business and family.

KEY WORDS: Typology, family business, generational change.

INTRODUCCIÓN

La empresa familiar (EF) es objeto de investigación desde hace menos de tres décadas, aunque inicia en los años 1970 y 1980 con algunos artículos, se empieza a considerar como tal a finales de la década de 1980 (Gersick y col., 1997; Bornheim, 2000). En su inicio, una constante en su estudio fue el diferenciarla de la empresa no familiar (Allouche y col., 2008; Barnett y col., 2009; Leach, 2009), después se centró su análisis en la consideración del grado de compromiso de la familia con la empresa (Claver y col., 2008), para, posteriormente, verla como un todo compuesto de dos sistemas que lo conforman: empresa-familia.

Igualmente sucede en lo que respecta a los elementos que forman la organización familiar. Así, la discusión sobre el número de factores que la definen ha quedado atrás, aceptándose que la propiedad o control, el poder o gestión y la continuidad son fundamentales para hacerlo (Gallo, 2008). Aun así, no existe un concepto único de EF. Según Uhlener (2005), la dificultad para obtener una definición clara y consensuada de empresa familiar se debe, en buena medida, a que los negocios familiares son realidades multidimensionales por naturaleza.

Una razón importante para profundizar el estudio de la EF es el riesgo de su desaparición. Las estadísticas muestran que únicamente el 30% subsiste al pasar de la primera a la segunda generación, y de 10% al 15% de la segunda a la tercera (Gallo, 1998; Menéndez y Rojas, 2009).

Por otra parte, Gallo y Amat (2003: 6) enfatiza en "la importancia de disponer esquemas que ayuden a clasificar las empresas, que permitan describir las características de estas tipologías

distintas, y así poder comprenderlas, conocer sus problemas y evoluciones, y ayudar a su mejor desarrollo", que es lo que se pretende realizar en las páginas siguientes. Entendiendo por tipología el estudio o clasificación sistemática de tipos que, según sus características peculiares, se realiza en una disciplina determinada y es útil para establecer relaciones entre sus elementos y profundizar el conocimiento de ellos (Diccionario de la Lengua Española, 2011).

De esta manera el presente estudio primeramente muestra los resultados de una revisión bibliográfica sobre este tema con el propósito de exponer, en forma cronológica, las diversas clasificaciones que se han realizado en investigaciones de 1980 a la fecha. Asimismo, se presenta la importancia o utilidad de cada tipología, terminando con una contrastación entre ellas.

REVISIÓN DE LA LITERATURA

Habiendo quedado atrás la discusión sobre las distinciones de la EF con respecto a la empresa no familiar, la atención de los estudiosos se dirige ahora a las diferencias sustanciales que distinguen a las empresas familiares entre sí.

Al respecto, Amat (2000: 18) asegura que "No hay una tipología única de empresas familiares". Así, pueden clasificarse como cualquier otra empresa según su tamaño o ubicación geográfica: por su alcance local, regional, nacional e internacional. O bien, por actividad: comercial, industrial y de servicio. Otra forma de hacerlo es por su constitución jurídica, en públicas y privadas o por la edad de la empresa (Casillas y Vázquez, 2005). Sin embargo, por su característica de ser familiar, los tipos varían y se distinguen de las clasificaciones anteriores debido a que sólo las organizaciones familiares pueden ubicarse en estas tipologías, las cuales son tratadas en este trabajo, que pretende profundizar en los estudios que otros investigadores han realizado.

TIPOLOGÍAS DE LA EMPRESA FAMILIAR

A continuación se muestran nueve tipologías de la EF en orden cronológico:

1. *Atendiendo a la etapa generacional en la que se encuentra la empresa.* Esta tipología es la más antigua y se basa en tres factores:

i) la propiedad, ii) la dirección y iii) la toma de decisiones (Danco, 1980):

a) Empresa familiar de primera generación, a cargo de un solo dueño fundador, quien ostenta

la propiedad, el poder y la toma de decisiones.

b) Empresa familiar de segunda generación, llamada sociedad o asociación de hermanos, en la que la dirección puede continuar en un miembro familiar, pero la propiedad y la toma de decisiones es comúnmente colectiva.

c) Empresa familiar de tercera y siguientes generaciones, o consorcio de primos, en ella la dirección puede recaer en un miembro de la familia elegido por todos, pero en lo referente a la propiedad, la toma de decisiones se torna más compleja, al multiplicarse el número de miembros que conforman la empresa y ser el parentesco entre ellos más lejano.

Esta clasificación es útil para identificar el momento que vive la empresa respecto a quienes poseen el poder económico, el control administrativo y la toma de decisiones y para identificar su tránsito por la vida de la familia. Su valor principal estriba en particularizar las notables diferencias entre una y otra clase de empresas conforme a la generación en donde se encuentran (Ward, 1987; Lansberg, 1998), con más de treinta años esta tipología sigue siendo muy utilizada.

2. *Basada en la voluntad de continuidad y al tipo de relación y dedicación de los miembros de la familia, en la que se destaca la razón de ser de la empresa con respecto al desempeño de los miembros de la familia dentro de la misma (Gallo, 1995), de la forma siguiente.*

a) Empresa de trabajo familiar, es aquella en la que uno de sus fines es que muchos miembros de la familia trabajen en ella.

b) Empresa de dirección familiar, es en la que existe el deseo de pertenecer unidos en la propiedad, pero conscientes de que sólo algunos serán capaces de ocupar puestos directivos.

c) Empresa de inversión familiar, es la que tiene un enfoque preponderante en la inversión, o sea que predomina el interés de los miembros de la familia en estar unidos en el control y la aportación del capital.

d) Empresa familiar coyuntural, es aquella en la que la unión de los integrantes de la familia se ha visto forzada más por motivos hereditarios, que por voluntad propia.

Esta tipología es útil para conocer cómo es considerada la empresa por sus integrantes: como fuente de empleo, como fuente de inversión redituable o que, por razones hereditarias, sentimentales y legales, entre otras, se sienten en el deber de continuarla.

AUTORES Y AÑOS	CRITERIOS	ELEMENTOS	TIPOLOGÍAS
Danco 1980; Ward, 1987; Gallo, 1995; Lansberg, 1998	Etapa generacional	Propiedad, dirección y toma de decisiones depositadas en uno o más miembros familiares	Dueño fundador Asociación de hermanos Consortio de primos
Gallo, 1995	Tipo de relación y dedicación de los miembros familiares	El deseo de los integrantes de la familia con respecto a la empresa	Empresa de trabajo familiar Empresa de dirección familiar Empresa de inversión familiar Empresa coyuntural
Shanker y Astrachan, 1996	Participación familiar en la empresa	Porcentaje accionario, control del voto, poder, involucramiento de varias generaciones de la familia y administración activa por miembros de la familia	Baja participación familiar Media participación familiar Alta participación familiar
Jaffe, 1999	Número de generaciones que trabajan dentro de la empresa	Número de miembros trabajando dentro de la empresa	Empresa unigeneracional Empresa multigeneracional
Gallo y Amat, 2003	Énfasis y atención a la familia y a la empresa	Importancia del sistema familia Importancia del sistema empresa	La empresa más importante que la familia La familia más importante que la empresa Importancia de empresa y familia en equilibrio
Gómez, 2006	Desempeño de la confianza y la dirección estratégica	Desempeño económico Desempeño familiar	Empresa familiar crítica Empresa familiar astuta Empresa familiar ingenua Empresa familiar ideal
Pérez y col., 2007	Sobre la base de la implicación de las relaciones familiares en las prácticas de dirección y gobierno	Las prácticas administrativas La sucesión El grado de familiaridad	Empresa familiar indefinida Empresa familiar integrada Empresa familiar independiente
Abumohor y col., 2008	Perfil de complejidad y estructura de gestión	Tamaño de la empresa Tamaño de la familia	Capitán Emperador Equipo familiar Estructurado Corporación
Basco y Pérez, 2009	Relación empresa-familia en las funciones de dirección y gobierno	Las prácticas de dirección y gobierno y la relación de los sistemas empresa-familia	Con orientación empresarial Con orientación integradora Con orientación inmadura

CUADRO 1 Fuente: Elaboración propia.

Las tipologías de la empresa familiar 1980-2009.

Table 1. Typologies of family business through 1980-2009.

3. *Con relación a la baja, media o alta participación familiar en la empresa.* Shanker y Astrachan (1996), fijan cinco criterios que identifican la EF: i) el porcentaje accionario; ii) el control del voto; iii) el poder sobre la dirección estratégica; iv) el involucramiento de varias generaciones de la familia dentro de ella y; v) la administración activa por miembros de la familia, clasificándola de la siguiente forma:

a) La empresa con participación familiar amplia, es en la que se da un efectivo control sobre la dirección estratégica de la empresa, aunque la participación de miembros de la familia en el

aspecto operativo sea escasa.

b) La empresa con participación familiar intermedia, es en la que el fundador o sus descendientes poseen la dirección de la empresa, están legalmente controlados los votos, y existe participación de la familia.

c) La empresa con participación familiar restrictiva, se da cuando la empresa ha estado por múltiples generaciones en la familia y ésta tiene una intervención grande y activa tanto en la propiedad como en la dirección.

Esta tipología es importante porque muestra diversas formas e intensidad de participación de

los miembros familiares y es útil para conocer la tendencia hacia la profesionalización de la empresa, en la medida en que sean proclives a la participación de externos en la dirección y la toma de decisiones.

4. *Respecto al número de generaciones que trabajan dentro de la empresa.* En esta tipología sólo se presentan dos tipos de empresa familiar (Jaffe, 1999):

a) Unigeneracional, cuando la empresa se encuentra compuesta por miembros de una misma época que fundan o comparten la dirección y la propiedad.

b) Multigeneracional, se da cuando los fundadores consideran que la empresa ha crecido lo suficiente para permitir el ingreso, a la misma, de miembros de la siguiente generación.

La clasificación enfatiza la cantidad de miembros de diversas generaciones familiares que trabajan dentro de la empresa, pudiendo coexistir miembros hasta de tres generaciones participando al mismo tiempo, y es útil para entender la complejidad del funcionamiento debido a la coexistencia de miembros de diversas generaciones interactuando dentro de la empresa.

5. Según el énfasis dado y la atención prestada al ámbito familiar y al empresarial. Esta clasificación refiere la importancia dada a la familia y a la empresa por los integrantes de la empresa (Gallo y Amat, 2003):

a) La empresa es más importante que la familia, en la que se mantiene a ésta al margen.

b) La familia es más importante que la empresa, en la que no se considera el desarrollo de la empresa, manteniéndola en su nicho, sino que se da prioridad a la familia.

c) La importancia de ambas está en equilibrio, en ella se dan reglas muy claras para delimitar los ámbitos empresarial y familiar.

Su importancia estriba en que muestra la preeminencia de un sistema sobre el otro, siendo lo ideal llegar al equilibrio entre ambas.

6. De acuerdo al desempeño de la confianza y la dirección estratégica. Basada en dos tipos de desempeño: i) el económico, traducido en una dirección estratégica que asegure el éxito financiero y la permanencia en el mercado; y ii) el familiar que consiste en que la familia se mantenga unida, con un sentido de compromiso que despierte en ella un deseo de continuidad intergeneracional, y que se promueva una confianza hacia el externo no familiar (Gómez, 2006; 2010).

a) Empresa familiar crítica, en la que no existe una estrategia directiva ni hay confianza familiar mutua ni hacia los externos, lo cual lleva a un mal desempeño económico, falta de unidad y compromiso familiares, con resultados generalmente negativos.

b) Empresa familiar astuta, en la que hay una dirección estratégica ya consolidada, pero persiste la desconfianza familiar mutua y hacia los externos, que da como resultado un buen desempeño empresarial, más no así el familiar, lo que

provoca conflictos interfamiliares.

c) Empresa familiar ingenua, es aquella en la que no hay una dirección estratégica adecuada, pero existe una confianza entre los miembros de la familia y hacia los externos, lo que trae como resultado una falta de rentabilidad del negocio, el cual se sostiene por la unidad familiar, con el riesgo de que, al paso del tiempo, vaya declinando.

d) Empresa familiar ideal, es en la que se mantiene un alto grado de compromiso familiar y hacia los externos, así como una buena dirección estratégica, lo que trae como resultado un alto desempeño económico.

Esta clasificación resulta útil para ver la empresa a la luz de dos ópticas diferentes: la empresarial y la familiar, basada en factores como son las prácticas administrativas y el compromiso y la confianza familiares, debiendo buscar, como en la anterior, un sano equilibrio entre ambos sistemas.

7. Sobre la base de la implicación de las relaciones familiares en las prácticas de dirección y gobierno. Relaciona las prácticas administrativas con el grado de familiaridad que se experimenta al llevarlas a cabo dentro de la empresa (Pérez y col., 2007):

a) Empresa familiar indefinida, es la que exterioriza una menor importancia en cuanto a los aspectos empresariales y familiares con respecto al desarrollo de sus prácticas.

b) Empresa familiar integrada, cuya característica es el desarrollo de prácticas que abarcan el espectro empresa-familia.

c) Empresa familiar independiente, la cual se distingue por tener una menor filosofía familiar y por prestar una mayor atención a las prácticas empresariales.

Esta tipología es útil porque muestra el estado de desarrollo de las empresas: las indefinidas están menos desarrolladas y tienen graves carencias directivas, mientras que las integradas tienen una participación activa de la familia, en el aspecto de la propiedad y la toma de decisiones, de una forma activa e influyente. Por otra parte, las independientes limitan las influencias familiares a ciertos ámbitos específicos y presenta altos niveles de eficacia empresarial.

8. Según su perfil de complejidad y su estructura de gestión. Basada en la idea de que las EF's

no son homogéneas, su fundamento es el grado de complejidad de ambos sistemas, la empresa y la familia (Abumohor y col., 2008):

a) Capitán, en ésta se presenta una escasa complejidad de familia y de empresa.

b) Emperador, en ella la complejidad de la familia y la dimensión de la empresa son considerables.

c) Equipo familiar, es en la que se presenta una baja complejidad de la empresa y alta complejidad de la familia.

d) Estructurada, en la que se da una complejidad alta en la empresa y baja en la familia.

e) Corporación, aquella en la que la complejidad de la empresa y de la familia son elevadas.

Es útil para conocer la mezcla del tamaño de la empresa y de la familia que la posee y dirige, pudiendo suponer que a más antigüedad corresponderá una mayor complejidad familiar.

9. Por la forma en que integran la relación empresa-familia en las funciones de dirección y gobierno. Combina las prácticas de dirección y gobierno según la intensidad de la relación de los sistemas empresa-familia (Basco y Pérez, 2009):

a) Con orientación empresarial, se caracteriza por la importancia que se da a la filosofía empresarial, usando un mínimo de prácticas familiares, suficiente para unir los dos sistemas.

b) Con orientación integradora, es la que abarca la relación empresa-familia, de forma que se considere como un sistema único que integra las filosofías empresarial y familiar.

c) Con orientación inmadura, es la que ignora el desarrollo de las prácticas familiar y empresarial, de tal forma que sus sistemas, tanto de dirección como de gobierno, son inmaduros.

Esta clasificación permite evaluar las eficacias empresarial y familiar al mismo tiempo, y relacionarlas con los resultados económicos que se obtienen, con los cuales aseguran el éxito y continuidad de la empresa en la familia.

CONCLUSIONES

De la literatura revisada se puede apreciar que las diferentes formas de clasificar las EF's, a través del tiempo, denotan una evolución de las tipologías de este tipo de organizaciones (Cuadro 1). Así, durante quince años, de 1980 a 1995 primó una sola tipología de la EF: la generacional, la cual sigue teniendo vigencia

hasta la fecha. Con base en esta clasificación surgieron una serie de tipologías cuyo punto de partida fue la existencia de familiares trabajando dentro de la empresa: por el tipo de participación; porque fueran de la misma o diferente generación; o por la preeminencia de la clase de contribución, esto es, la inversión, la dirección o el trabajo.

Es en el año 2003 cuando las clasificaciones cambian, enfocándose al estudio de los sistemas que conforman la EF: la empresa y

la familia. Las tipologías enfatizan el grado de importancia de uno sobre el otro; el tipo de desempeño, económico o familiar, que prevalece en la organización; el tamaño de cada uno de los sistemas; las prácticas administrativas, el grado de familiaridad y la sucesión; y las prácticas de dirección y gobierno, así como las relaciones de familiaridad. Esta óptica es la que prevalece en la actualidad.

Seguramente existen más esfuerzos de clasificación por otros autores que no se to-

caron en esta revisión de literatura y que irán conociéndose a medida que se continúe profundizando en este importante tema, lo cual permitirá que surjan estrategias que ayuden a elevar los grados de supervivencia de la empresa familiar, aprovechando las características positivas que las diversas tipologías dan a conocer y paliando las deficiencias que muestran. ■

REFERENCIAS

- Abumohor, N., Cassis, V. y Narváez, P. (2008). "Cinco tipos de empresas familiares". [En línea]. Disponible en: http://www.atinachile.cl/content/view/20826/Cinco_tipos_de_empresas_familiares.html. Fecha de consulta: 22 de julio de 2011.
- Allouche, J., Amann, B., Jaussaud, J. and Kurashina, T. (2008). "The impact of family control on the performance and financial characteristics of family versus nonfamily businesses in Japan: A matched-pair investigation". *Family Business Review*, 21 (4): 315-329.
- Amat, J. M. (2000). *La continuidad de la empresa familiar*. 2ª. Edición. Barcelona: Ediciones Gestión 2000, S.A.
- Barnett, T., Eddleston, K. and Keellermans, F.W. (2009). "The effects of family versus career role salience on the performance of family and nonfamily firms". *Family Business Review*, 22 (1): 39-52.
- Basco, R. y Pérez, M. J. (2009). "Studying the family Enterprise holistically. Evidence for integrated family and business systems". *Family Business Review*. 22 (1): 82-93.
- Bornheim, S. (2000). *The Organizational Form of Family Business*. Kluwer Academic Publisher.
- Norwell: Kluwer Academic Publisher.
- Casillas, J. C., Díaz, C. y Vázquez, A. (2005). *La gestión de la empresa familiar. Conceptos, casos y soluciones*. España: Thomson Editores.
- Claver, E., Rienda, L. y Quer, D. (2008). "Factores familiares y compromiso internacional: Evidencia empírica de las empresas españolas". *Cuadernos de Economía y Dirección de la Empresa*. (35): 7-27.
- Danco, L. (1980). *Inside the Family Business*. Center for F.B. Cleveland: University Press.
- Diccionario de la Lengua Española (2011). 22ª. Edición. [En línea]. Disponible en: <http://www.rae.es/rae/gestores/gespub000011.nsf/v0TodosporId/1B06DEBB32548312C125776F002F5284?OpenDocument&i=6>. Fecha de consulta: 20 de diciembre de 2011.
- Gallo, M. A. (1995). *La empresa familiar. Texto y casos*. Barcelona: Editorial Praxis, S. A.
- Gallo, M. A. (1998). *La sucesión en la empresa familiar*. Caja de Ahorros y Pensiones de Barcelona. Barcelona.
- Gallo, M.A. (2008). *Ideas básicas para dirigir la empresa familiar*. Pamplona: Ediciones Universidad de Navarra, S.A.
- Gallo, M. A. y Amat, J. M. (2003). *Los secretos de las empresas familiares centenarias*. Claves del éxito de las empresas familiares multigeneracionales. Barcelona: Ediciones Deusto.
- Gersick, K, Davis, J., Mc Collom y M. Lansberg, I. (1997). *Generation to Generation. Life Cycles of the Family Business*. Boston: Harvard Business School Press.
- Gómez, G. (2006). "¿Son iguales todas las empresas familiares? Caminos por recorrer". Family Council Consulting. [En línea]. Disponible en: http://www.dinero.com/wf_InfoArticulo.aspx?idArt=28903. Fecha de consulta: 22 de julio de 2008.
- Gómez, G. (2010). *¿Cómo construir un legado familiar? Un modelo para tener familias empresarias perdurables*. Colombia: Cengage Learning.
- Jaffe, D. (1999). *Como capacitar a la generación siguiente: Trabajar con los seres queridos: Estrategias para el éxito de una empresa*. Buenos Aires: Editorial Ateneo.
- Lansberg, I. (1998). *Succeeding generations. Realizing the dream of families in business*. Boston: Editorial Harvard Business School Press.
- Leach, P. (2009). *La empresa familiar*. Buenos Aires: Editorial Granica.
- Menéndez R. S. y Rojas J. C. (2009). *Situación y Retos de las Empresas Familiares en Asturias*. Primera Edición. Oviedo, España: Septem Ediciones.
- Pérez, M. J., Basco, R., García-Tenorio, J., Giménez, J. y Sánchez, I. (2007). *Fundamentos en la dirección de la empresa familiar*. Madrid: International Thomson Ed. Spain Paraninfo. S. A.
- Shanker, M.C. and Astrachan, J. M. (1996). "Work and Family Abstracts of Myths and Realities: Family Business". *Family Business Review*, 9b (2): 107-122.
- Uhlaner, L.M. (2005). "The Use of the Guttman scale in development of a family orientations index for Small to Medium-Sized Firms", *Family Business Review*, 18 (1): 41-56.
- Ward, J. (1987). *Keeping the Family Business Healthy: How to Plan for Continuing Growth, Profitability, and Family Leadership*. San Francisco: Jossey-Bass.

EL ETNOCENTRISMO Y EL RIESGO PERCIBIDO DEL CONSUMIDOR MEXICANO

The ethnocentrism and perceived risk of mexican consumer

Nadia Huitzilin Jiménez-Torres^{1*},
Sonia San Martín-Gutiérrez² y
José Luis Susano-García¹.

¹Universidad Autónoma de San Luis Potosí, coordinación Académica Región Altiplano, San Luis Potosí, México.

²Universidad de Burgos, España, Área de Comercialización e Investigación de Mercados, Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, Departamento Economía y Administración de Empresas.

*Autora para correspondencia:
Universidad Autónoma de San Luis Potosí,
Coordinación Académica Región Altiplano,
Carretera Cedral km 5+600, Ejido San José
de las Trojes, Matehuala, San Luis Potosí,
S.L.P., México.
C.P. 78700.
nadia.jimenez@uaslp.mx

Fecha de recepción: 3 de octubre de 2012.
Fecha de aceptación: 16 de diciembre de 2012.

RESUMEN

Pese a que el 80% de la población del mundo vive en países en desarrollo y economías emergentes, como es el caso de México, no se ha realizado investigación suficiente sobre el comportamiento del consumidor de estos países. Ante esta situación, el presente tra-

bajo tiene como objetivo general contribuir al estudio del comportamiento del consumidor mexicano, y concretamente pretende determinar empíricamente el efecto del etnocentrismo de los consumidores en el riesgo percibido en la compra de automóviles europeos. Los resultados indican que el etnocentrismo puede aumentar el riesgo percibido, lo que tiene gran interés en la actualidad por la coyuntura de crisis económica que afecta al consumo y venta de automóviles.

PALABRAS CLAVE:

Etnocentrismo, riesgo, consumidor, mercados emergentes.

ABSTRACT

80% of the world's consumers live in emerging markets and transitional economies, despite which insufficient consumer research has been conducted into these markets, such as Mexico. In response to this, the purpose of this study is to contribute to understanding of Mexican consumers' behavior, and specifically tries to empirically test the consequences of ethnocentrism on consumers' perceived risk on European automobiles. This study shows that ethnocentrism increases perceived risk, which is new in the literature, which results interesting due to the current international economic crisis that affect consume and automobiles' sales.

KEYWORDS:

Ethnocentrism, risk, consumer, emerging markets.

INTRODUCCIÓN

El objetivo de este estudio es determinar empíricamente el efecto del etnocentrismo de los consumidores en el riesgo percibido en la compra de automóviles europeos. Así, las principales contribuciones de este trabajo son: 1) Estudiar el etnocentrismo en un mercado emergente, como México, que ha sido poco estudiado en la literatura previa [México forma parte del grupo de países emergentes que representan el 1% del Producto Interno Bruto (PIB) mundial (O'Neill, 2011)]. Aunque la literatura se ha centrado en estudiar esta variable en países desarrollados como E.E. U.U., Japón o países europeos (Bernabéu y col., 2013; Shimp y Sharma, 1987; Verlegh, 2007; Klein, 2002; Evanschitzky y col., 2008), los investigadores sugieren la importancia de corroborar la validez de este constructo en contextos diferentes (Cleveland y col., 2009) y 2) determinar el efecto del etnocentrismo en el riesgo percibido, una relación escasamente estudiada en la literatura del marketing (Chakraborty y col., 1996; Cillán y col., 2011).

La estructura del trabajo está constituida por un segundo epígrafe en el que se desarrolla una revisión de la literatura sobre las variables analizadas y se formulan las hipótesis a

contrastar. El epígrafe tercero incluye el estudio empírico, los aspectos metodológicos y los principales resultados de la investigación. Finalmente el cuarto apartado está destinado a las conclusiones, implicaciones profesionales, limitaciones y líneas futuras de investigación.

El etnocentrismo del consumidor y el riesgo percibido en la compra de productos importados

Si se adopta una perspectiva de marketing internacional para el estudio del comportamiento del consumidor en un mercado con libre movimiento de mercancías, resulta obligado que se considere el etnocentrismo del consumidor, como un determinante clave de sus evaluaciones.

No en vano, la literatura lo contempla como la distinción de los productos sobre la base de su procedencia nacional o extranjera e implica la tendencia a preferir los productos de fabricación nacional en razón de una única circunstancia: su origen local y su pertenencia al propio grupo (Liu y col., 2006; Hofstede, 2006; Hopkins y Powers, 2007). Siguiendo Shimp y Sharma (1987) y Verlegh (2007), el etnocentrismo es la creencia del consumidor de que la compra de productos extranjeros es inapropiada porque daña la propia economía, genera desempleo y no es patriótica. En este sentido, los resultados de Bernabéu y col., (2013) y Balabanis y Diamantopoulos (2004) sugieren que el etnocentrismo influye de forma negativa en la evaluación de los productos extranjeros y es una forma en la que los consumidores manifiestan su deseo de proteger la economía doméstica (Sharma y col., 1995; Balabanis y Diamantopoulos, 2004).

Por otra parte, un concepto clave en la evaluación de los productos es el riesgo percibido en la compra de los mismos. No es extraño que el riesgo percibido haya sido incluido en diversos estudios económicos y de marketing como un determinante de las decisiones y el comportamiento del consumidor (Almoussa, 2011; Boksberger y col. 2007; Aqueveque, 2006; Cunningham y col., 2005). Para este estudio se entiende el riesgo percibido como la estimación subjetiva del consumidor de las posibles consecuencias negativas (o pérdidas) de una decisión o elección errónea (Roselius, 1971 y Aqueveque, 2006). Adicionalmente y atendien-

do a la literatura previa, existen diferentes tipos de riesgo que pueden producirse simultáneamente: riesgo financiero, funcional, social, psicológico, físico y temporal (Almoussa, 2011; Boksberger y col., 2007; Jacoby y Kaplan, 1972; Roselius, 1971).

Si se tiene en cuenta que ambos conceptos están estrechamente relacionados en la mente de los consumidores, el origen de los productos, o el lugar de procedencia de un artículo puede ser un atributo utilizado por los consumidores para valorar el riesgo percibido de los productos extranjeros (Tse, 1999; Kinra, 2006; Hanzaoui y Merunka, 2006). Los consumidores podrían atribuir un riesgo mayor a la compra de productos extranjeros debido a su falta de familiaridad con estos productos; o a la percepción de una menor calidad en comparación con los de producción nacional, o con productos de países con una marca reconocida o reputación favorable (Nes, 1981; Jin y col., 2006). En esta misma línea, un estudio realizado por Tse (1999) determina que la seguridad percibida en productos fabricados en países desarrollados es mayor que en países en desarrollo, y en este último caso el riesgo percibido puede ser mayor. Chrysochoidis y col., (2007) advierten la necesidad de realizar estudios que relacionen empíricamente el riesgo con factores socio-psicológicos vinculados al país de origen de los productos, como es el caso del etnocentrismo (Chakraborty y col., 1996; Jiménez y col., 2010; Cillán y col., 2011).

Resulta sorprendente la escasez de estudios sobre el tema, si se reflexiona que la percepción de riesgo podría incrementarse en el caso de los productos percibidos como extranjeros y esta variable podría resultar determinante para la compra de los mismos (Tse, 1999; Saran y Gupta, 2012; Hamzaoui y Merunka, 2006). Este hecho justifica la pertinencia del estudio propuesto. Por lo tanto, a continuación se exponen las razones por las que se relaciona el etnocentrismo del consumidor mexicano con el riesgo percibido en los productos europeos.

Las dos razones fundamentales por las que el etnocentrismo puede aumentar la percepción de riesgo en los productos extranjeros son las siguientes: 1) La percepción de amenaza que supone la compra de productos importados para el consumidor etnocentrista. En

este sentido, la literatura muestra evidencia de que las creencias o sentimientos nacionalistas de los consumidores sobre las importaciones afectan a la valoración de los productos extranjeros (Balabanis y Diamantopoulos, 2004; Nijssen y Douglas 2004; Nijssen y Herk, 2009). Adicionalmente, el comportamiento del consumidor etnocentrista gira alrededor de la preocupación por la situación económica y social de su país y la preferencia por productos que no supongan una amenaza para su propio bienestar económico o el de su país (Marin, 2005). 2) La sobrevaloración de los productos domésticos en comparación con la infravaloración que hacen los consumidores etnocéntricos de los productos importados. Respecto a esta segunda razón señalada, la literatura indica que los consumidores etnocentristas subestiman los atributos y la calidad de productos extranjeros (Sharma y col., 1995), pudiendo provocar que el riesgo percibido sea mayor en la compra de los productos extranjeros (Gázquez y col., 2005). Concretamente, el estudio de Chakraborty y col. (1996) investiga el efecto del etnocentrismo y el país de manufactura en la percepción de riesgo en productos de origen alemán y americano por los consumidores americanos, y encuentran un efecto positivo del etnocentrismo en el riesgo percibido. Así se propone que el etnocentrismo del consumidor influye positivamente en el riesgo que perciben los consumidores en la compra de productos extranjeros.

MATERIAL Y MÉTODOS

Ámbito de estudio

Antes de que la hipótesis propuesta sea contrastada, se detalla la importancia del automóvil como producto elegido para el contraste empírico. El sector automotriz es importante en el entorno económico y social de las regiones y países emergentes y en desarrollo. Si se atienden los trabajos de Ritzer (1996) y Anta (2007), la influencia de las multinacionales de la automoción en los hábitos de la sociedad es inminente sobre las normas de comportamiento cultural de la misma y los automóviles son productos de consumo duradero que poseen un significado simbólico o de estatus para los consumidores (Anta, 2007). En México, el sector automotriz es uno de los sectores que ha adquirido mayor importancia en el entorno

económico y social capitalista actual (Ritzer, 1996; Anta, 2007). En México se produjeron 2.6 millones de vehículos en el año 2011, lo que supone un 4.4% de la producción mundial en el mismo periodo, 527 mil personas trabajan directamente en la industria del automóvil, esta industria representa el 3.2% del PIB del país y las exportaciones de esta industria significan el 22.7% de las exportaciones totales [Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Inegi, 2010); Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (AMIA, 2011) e International Organization of Motor Vehicle Manufacturers, 2011]. Pese a que no existe una marca de automóvil de origen "mexicano" por la que el consumidor mexicano etnocéntrico podría optar, México es productor de automóviles con marcas de origen estadounidense como Ford, General Motors y Chrysler; de origen japonés como Honda, Nissan y Toyota y de origen europeo como Volkswagen y Fiat (AMIA, 2011). Por lo tanto, la industria automotriz desempeña un papel estratégico para la economía mexicana y la de sus ciudadanos. Además, representa un objeto inminentemente social que puede tener implicaciones y simbolismos étnicos, de pertenencia, de gusto y de estatus (Anta, 2007). Adicionalmente, cuando el consumo interno de regiones desarrolladas como Europa disminuye (la compra de automóviles nuevos en Europa cayó un 10.4% en el año 2011 según datos de la Asociación de Fabricantes Europeos de Automóviles), las empresas europeas deben buscar nuevos mercados para comercializar sus productos, y un nuevo mercado lo representa México. Un mercado que es un importante receptor de exportaciones europeas. Europa exportó en el año 2010 al continente americano un 11.1% del total de sus exportaciones de automóviles. Concretamente, México es el tercer país (594.278,87€), después de E.E. U.U. y Canadá que recibió un mayor volumen de exportaciones de automóviles europeos (Instituto Español de Comercio Exterior, 2010). Adicionalmente, el 36.9% de los automóviles europeos comprados en México son de marcas europeas no producidas en México (AMIA, 2011).

La selección para este estudio de las marcas de automóviles de origen europeo a evaluar por la muestra, se basó en el hecho de que los vehículos percibidos de origen europeo vendidos en México han disminuido en el último año en un 10%. Esto representa una pérdida de cuota de mercado de los automóviles de marcas europeas en México frente a

marcas de otros países (los vehículos de marcas americanas vendidas en México han aumentado en un 6% y los de marcas asiáticas en un 11%, en el último año) (AMIA, 2011-2012). Para el objetivo del presente trabajo, resulta interesante analizar si el etnocentrismo y el riesgo percibido pueden explicar al menos en forma parcial este hecho. Por esta razón, y para este trabajo en particular, se decidió descartar como producto de estudio a los automóviles de marcas asiáticas por ser los que han aumentado en mayor medida sus ventas en nuestro país en el último año. Por otra parte, los automóviles de marcas norteamericanas además de haber aumentado sus ventas, tienen la característica de que entre su país de origen y México existe cercanía territorial y una estrecha interdependencia económica. Atendiendo a Verlegh (2007), el efecto del etnocentrismo hacia la percepción de otros productos extranjeros puede verse mitigado debido a la cercanía y la familiaridad de los consumidores con el país de origen de los productos, debido a que resulta más difícil para el consumidor distinguir los productos como externos al grupo. Por esta razón, principalmente, se descartaron como producto de estudio a los automóviles de marcas norteamericanas.

Si además de la trascendencia económica del sector, se considera el contexto actual de crisis económica y el panorama internacional fuertemente competitivo, se acentúa la importancia de estudiar los procesos de elección de los consumidores en otros mercados, que pueden condicionar el éxito o fracaso de las estrategias empresariales (Bernabéu y col., 2013). Atendiendo a lo que ya se ha mencionado, la compra de automóviles extranjeros puede estar afectada por variables como el etnocentrismo y el riesgo percibido. En este caso, el consumidor otorgará mayor importancia al origen percibido del producto para valorar el riesgo implícito en la compra (Cillán y col., 2011). Tal como menciona Ritzer (1996), pese a que en la industria del automóvil las multinacionales han buscado automatizar las diferentes fases del proceso productivo en todo el mundo para fabricar productos idénticos a nivel global, aún pueden existir diferencias sustantivas en el automóvil en función del lugar de procedencia.

Una vez que se ha resaltado la importancia de la categoría de producto elegida para el contraste empírico, en tres ciudades (Ciudad de México, Monterrey y San Luis Potosí) se realizaron encuestas a propietarios

de automóviles en diferentes zonas (o áreas geo-estadísticas básicas -AGEB-) elegidas aleatoriamente, utilizando los datos de Inegi (2010). Para la selección de la muestra a los individuos que transitaban por cada una de las zonas se les preguntó al azar si eran usuarios y propietarios de un automóvil, y finalmente se realizó de forma personal la encuesta únicamente a aquellos sujetos que respondieron afirmativamente a esta pregunta filtro, debido a que los propietarios de automóviles poseen generalmente un nivel moderado de conocimiento sobre el producto utilizado en este estudio y ya han experimentado un proceso de compra de un automóvil, aspecto que Verlegh (2007) señala como esencial para contribuir a que el encuestado responda adecuadamente a las preguntas sobre un comportamiento de compra. La tasa de respuesta fue de un 78.3% [274 encuestas de un total de 350 intentos]. No obstante, antes de que se formularan al encuestado las preguntas específicas sobre los automóviles de origen europeo se le mencionaron las marcas de automóviles de origen europeo no producidas en su totalidad en México. Así se aseguraba que el consumidor contestaba el cuestionario pensando en las verdaderas empresas de automoción de ese origen, y no en otras que, por error, pudieran considerarse europeas.

Medida y análisis

A la hora de elaborar el cuestionario y con el fin de cumplir con la validez de contenido de las escalas de medida utilizadas para medir las variables, se realizó una revisión de la literatura previa. A partir de esa revisión se identificaron y, en su caso, se adaptaron los indicadores que permiten medir cada variable. Los estudios que se utilizaron como referencia para definir las escalas se mencionan en la tabla 1. Las escalas utilizadas fueron de tipo Likert de cinco puntos (desde totalmente de acuerdo a totalmente en desacuerdo con cada indicador), excepto en el caso de las características personales del consumidor. Dentro del análisis preliminar y con ayuda del programa SPSS, se obtuvieron los estadísticos descriptivos de las variables observables y se analizó la normalidad de los datos. Los histogramas, los gráficos steamleaf, el test de Kolmogorov-Smirnov y los coeficientes de asimetría y kurtosis confirmaron la normalidad univariante de todos los datos. Posteriormente, se utilizó la técnica de Partial Least Squares (PLS) porque esta técnica resulta más adecuada que

VARIABLE LATENTE	Estudios de referencia para la adaptación de las escalas	Descripción del indicador						Carga (valor t)	Peso (valor t)	α de cronbach	IFC	AVE
ETNOCENTRISMO	Shimp y Sharma (1987); Nijssen y Douglas (2004) y Ettenson y Klen (2005)	V1. Deber de comprar siempre productos fabricados en [México].						0.692 (2.96)	-	0.813	0.921	0.747
		V2. Deber de comprar productos domésticos en lugar de permitir que otros países se hagan ricos a nuestra costa.						0.885 (6.36)				
		V3. Creencia de que comprar productos extranjeros perjudica la economía nacional y causa desempleo.						0.826 (3.82)				
		V4. Disposición a asumir un coste a largo plazo, por preferir ayudar a los productos y marcas domésticos.						0.760 (5.42)				
RIESGO PERCIBIDO	Jacoby y Kaplan (1972); Chakraborty (1996) y Aqueveque (2006)	V5. Posibilidad de que [los automóviles europeos] no funcionen correctamente.						N/P	N/P	N/P	N/P	
		V6. Preocupación por lo que opinen amigos, familiares y compañeros sobre comprar [un automóvil europeo].										
		V7. Consideración de que es un riesgo invertir dinero en [un automóvil europeo].										
		V8. Temor de que la elección [de un automóvil europeo] ponga en riesgo la propia seguridad física y la de otros.										
DATOS DEMOGRÁFICOS	V9. Género	Hombres				Mujeres			N/P	N/P	N/P	N/P
	V10. Edad	18-25	26-35	36-45	46-55	56-60	61-65	>65				
	V11. Nivel de estudios	Sin estudios	Primaria	Secundaria	Preparatoria	Licenciatura/Ingeniería	Posgrado					
	V12. Estructura del hogar	Unipersonal	Pareja sin hijos		Pareja con hijos		Uno solo con hijos					
	V13. Situación laboral	Empresario/a	Autónomo/a		Trabajador/a por cuenta ajena		Funcionario/a					
		Jubilado/a	Desempleado/a		Amo/a de casa		Estudiante					
	V14. Ingreso mensual aproximado del hogar	Menos de \$ 2,000	\$2,001-6,000	\$6,001-10,000		\$10,001-14,000		\$14,001-18,000				
		\$18,001-22,000	\$22,001-26,000	\$26,001-30,000		\$30,001-34,000		Más de \$34,001				

TABLA 1

N/P= No procede N/P: No procedes Fuente: elaboración propia .

Pesos y cargas factoriales y medidas de fiabilidad.

Table 1. Weights and factorial loadings and measures of reliability.

otras, -como las ecuaciones estructurales que se requerirían si fuese un sistema de ecuaciones y no una sola ecuación-, cuando se tratan variables latentes formativas y reflectivas de forma conjunta (Becker y col., 2012; Hair y col., 2012). Para más detalles sobre la metodología utilizada se recomienda consultar los artículos de Bagozzi y col. (2012) y Cepeda y Roldán (2008). Concretamente, para la estimación se utilizó el programa SmartPLS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 se muestran los pesos (escalas formativas) y cargas (escalas reflectivas) factoriales y las medidas para contrastar la validez del modelo. En el caso de la variable de naturaleza formativa (riesgo percibido), se debe analizar la posible existencia de multicolinealidad (Hair y col., 2012). Para ello se comprobó que los valores del factor de inflación de la varianza de los indicadores del riesgo (VIF) sean inferiores a 5 y que los valo-

res de tolerancia sean superiores que 0.10 en todos los casos (Hair y Anderson, 2010). Para el caso de la escala reflectiva (etnocentrismo) se comprobó que todos los indicadores resulten significativos para garantizar la validez convergente, y que los valores que arrojan el alpha de Cronbach, el índice de fiabilidad compuesta (IFC) y la varianza extraída (AVE) superen el valor aceptable de 0.7, 0.6 y 0.5 respectivamente (Bagozzi y col., 2012; Hair y Anderson, 2010; Hair y col., 2012).

Una vez validado el modelo de medida, se siguieron las recomendaciones de Bagozzi y col. (2012), Hair y Anderson (2010) que indican comprobar el grado de cumplimiento de la hipótesis propuesta mediante la estimación de la ecuación con el programa PLS. Siguiendo a Hair y col., (2012), se corrobora que el R2 de la variable latente dependiente sea superior a 0.1 antes de que la hipótesis propuesta sea aceptada o rechazada. La estimación del modelo estructural y los coeficientes obtenidos

($\lambda = 0.318, p < 0.05$) corroboran empíricamente la hipótesis propuesta y refrendan que el etnocentrismo aumenta el riesgo percibido por el consumidor en los productos europeos.

Pese a que no es el objetivo de este estudio y con la finalidad de enriquecer los resultados y, buscar además de una explicación cultural y demográfica a los resultados, se realizó una prueba de diferencia de medias para muestras independientes para las variables género, edad, nivel de estudios, estructura del hogar, situación laboral e ingreso. Este test "t" muestra a un intervalo de confianza del 95% que sí existen diferencias estadísticas significativas entre el etnocentrismo ($p = 0.048$) que perciben las mujeres y los hombres mexicanos y entre el etnocentrismo ($p = 0.020$) que perciben los consumidores en función de su situación laboral. Las consumidoras mexicanas (N=109) muestran una media de puntuaciones en el factor etnocentrismo menor a la de los consumidores mexicanos (N=164). Los

consumidores(as) mexicanos(as) que cuentan con un empleo (N=126) muestran una media de puntuaciones en el factor etnocentrismo mayor a la de los consumidores(as) mexicanos(as) que se encuentran en situación de desempleo, jubilado o estudiante (N=147).

Implicaciones y líneas futuras de investigación

El presente trabajo subraya la importancia de profundizar en las consecuencias del etnocentrismo en países en desarrollo, como México, y enriquece el conocimiento sobre un tema que ha sido poco estudiado. Los resultados de este estudio corroboran que el etnocentrismo hace que se incremente la percepción de un riesgo asociado a la compra de productos de origen extranjero. Por un lado, el consumidor mexicano etnocéntrico es más sensible a la supuesta amenaza que, para la economía doméstica, representan los productos extranjeros. Por otro lado, es un individuo que tiende a sobrevalorar los productos domésticos y a infravalorar los foráneos. Por último, es alguien que se considera en la obligación de ayudar a las empresas y bienes de producción nacional. No es de extrañar, entonces, que sean también los consumidores más etnocéntricos los que perciban mayores inconvenientes (mayor riesgo, por tanto) en la adquisición de productos de origen extranjero. Este resultado permite corroborar empíricamente el papel que tiene el etnocentrismo como un antecedente del riesgo percibido en la compra de productos no nacionales, lo que confirma los hallazgos de Chakraborty y col. (1996).

Existe justificación a los resultados presentados atendiendo a razones culturales que diferencian al consumidor mexicano de los consumidores de otros países. Si se toma como referencia el estudio de Hofstede (1983) sobre las cuatro dimensiones culturales en las que probablemente varían los individuos de diferentes países, los ciudadanos mexicanos, respecto a otros 50 países de 3 regiones del mundo, presentan puntuaciones bajas en las dimensiones culturales de individualismo (que describe el grado de interdependencia entre los individuos y los grupos) y en la tolerancia a la incertidumbre (describe el nivel de evasión que presentan los individuos a tener comportamientos que impliquen riesgos o incrementen su incertidumbre); y tienen puntuaciones altas en la distancia al poder percibido (describe el grado en el cual los individuos aceptan la desigualdad social) y en la masculinidad (dimen-

sión que está relacionada con maximización -"masculinidad"- o minimización -"feminidad"- que realiza la sociedad en la división de roles y tareas según el género).

Precisamente, reflexionando sobre este hecho, se analiza que debido a que los consumidores mexicanos son menos individualistas y tienen una tolerancia menor a la incertidumbre, los consumidores mexicanos etnocéntricos buscarán evitar en sus juicios y comportamientos de compra conflictos grupales e incertidumbre, buscando proteger de esta manera la armonía y el bienestar con sus conciudadanos mexicanos, por lo tanto la compra de automóviles no producidos en México representará un riesgo mayor.

Por otro lado, los resultados exploratorios sobre las diferencias demográficas y socioeconómicas, presentan una diferencia por género. Esta diferencia, también puede ser analizada desde un punto de vista cultural. Haciendo nuevamente referencia a las dimensiones de Hofstede (1983) y Hofstede (2006), la sociedad mexicana acepta en mayor grado la desigualdad entre individuos (distancia al poder) y realiza en mayor medida una división de roles y tareas según el género del individuo. Así, no es extraño que los consumidores mexicanos sean los que perciban una mayor responsabilidad por proteger al grupo (en este caso mostrando una media de etnocentrismo mayor) que las consumidoras mexicanas o porque la decisión de compra de un automóvil en México es tomada por los varones [el porcentaje de hombres (60%) que usan y compran un automóvil en México es mayor que el porcentaje de mujeres (40%)]. Y también, se observa una diferencia según la situación laboral del encuestado. Los resultados exploratorios sobre esta variable demográfica muestran que manifiestan un mayor etnocentrismo los consumidores que pertenecen a la población económicamente activa del país (59.2% de la muestra), a diferencia de los que se encuentran en otra situación laboral (40.8% de la muestra). Por lo tanto, se podría afirmar que los primeros se sienten más responsables por cuidar el bienestar económico de su país o pueden percibir en mayor medida a los productos extranjeros como una amenaza, que los últimos. Sin embargo, se advierte que estos supuestos deben de ser analizados en profundidad y con un análisis de mayor robustez en futuros estudios.

En la convicción de que el interés último de cualquier investigación en marketing debe valorarse en términos de la utilidad que reporte

a la sociedad y sus instituciones, se procede seguidamente a extraer de los resultados obtenidos en el estudio y las implicaciones que se consideran de mayor relevancia en el orden de la práctica empresarial. En particular, esta investigación se ha ocupado de un consecuente del etnocentrismo de naturaleza económica (el riesgo percibido), que es un determinante de la intención de compra. Es éste un fenómeno relevante en la medida en que los consumidores son cada vez más conscientes de que sus decisiones de compra, cuando se agregan, pueden suponer un beneficio o un perjuicio para la economía nacional y que a través de ellas también pueden manifestar su apoyo o su oposición a determinadas políticas nacionales o internacionales. El etnocentrismo, en primer lugar, es una tendencia emocional que hace de la cultura propia, el criterio exclusivo para interpretar los comportamientos de otros grupos o sociedades e implica la defensa de lo propio, frente a lo ajeno. Cuando se aplica al terreno comercial, el etnocentrismo se concreta en la percepción de los competidores extranjeros como una amenaza para la economía y el empleo domésticos. Es, por otra parte, un sentimiento que se acrecienta en períodos de crisis económica y social, en los que se refuerzan las actitudes patrióticas y proteccionistas. Una vez levantadas las barreras formales al comercio internacional, las empresas que inician su expansión internacional deben prestar especial atención a esas barreras socio-emocionales e intangibles que impone el etnocentrismo y que dificultan la entrada a un país de los productos extranjeros.

Consecuentemente, el etnocentrismo sí puede disuadir el consumo de importaciones y provocar desventajas competitivas en los mercados extranjeros. Por ello, los directivos de las empresas multinacionales deben tener en mente que aunque la homogeneización estratégica encuentra su fundamento en el ahorro de recursos y costes, en el aprovechamiento de las economías de escala y en la consideración del mercado global como un todo unitario (Ritzer, 1996); el error está en suponer que hay una homogeneidad global en el proceso de decisión de compra del consumidor y en olvidar que las reacciones emocionales que suscita el país de procedencia del producto, no tienen por qué ser las mismas en todas las zonas geográficas del planeta. De este modo, una campaña de comunicación que incida en el país de origen del producto puede ser acertada en un mercado poco etnocéntrico y, no obstante, ser

tremendamente equivocada en otro mercado, si por ejemplo, la mera alusión al país de procedencia de la empresa o de la marca, propicia el etnocentrismo del consumidor.

En esta misma línea, puesto que parte del etnocentrismo tiene su origen causal en la consideración de los países extranjeros (de sus culturas y costumbres y de sus empresas y productos) como extraños y desconocidos, lo que justifica parcialmente la percepción de un elevado riesgo asociado a la compra de sus productos, todos los esfuerzos que se hagan en la dirección de incrementar los niveles de conocimiento y familiaridad del consumidor respecto de tales países (sus culturas, sus empresas y sus productos) serán útiles para rebajar la intensidad del sentimiento etnocéntrico, mitigar la percepción del citado riesgo e incrementar el grado de aceptación de los productos extranjeros (Lee y Lockshin, 2011; Jiménez y San Martín, 2010). Con este propósito de familiarizar al consumidor con la cultura y los productos de un país extranjero, desde luego que son interesantes las pequeñas acciones que las empresas individuales puedan realizar, como repartir muestras de sus productos para favorecer su prueba o incluir información sobre su país de origen en los mensajes publicitarios (Alden y col., 2006). Sin embargo, es evidente que tales esfuerzos de comunicación solo serán realmente eficaces si se cuenta con el concurso del conjunto de las empresas extranjeras afectadas y con la colaboración de sus gobiernos nacionales, algo imprescindible para la realización de campañas de mayor magnitud, como el montaje de ferias, exposiciones y otros grandes eventos para dar a conocer sus manifestaciones culturales y sus productos.

CONCLUSIONES

Este trabajo presenta algunas limitaciones que se deben mencionar. Los resultados se limitan a un solo producto y a una muestra de consumidores determinada, lo que impide generalizar los resultados. El estudio es de corte transversal, imposibilitando la predicción de comportamientos longitudinales del consumidor a través del modelo propuesto. Otra limitación proviene del producto elegido en el estudio, ya que en un sector tan competitivo y globalizado como es el del automóvil, los productos en su mayoría contienen partes fabricadas en países diferentes del de origen, debido a que las fusiones y adquisiciones entre empresas son continuas y frecuentes. Además, es posible encontrar un efecto "halo" que provoca una dispersión de

la imagen de un producto de un país a las demás categorías de productos (Saran y Gupta, 2012). Por otro lado, el trabajo se ha centrado únicamente en el efecto de una variable socio-psicológica y se ha dejado de momento aparte, variables económicas más tratadas en la literatura, como el precio. No se ha indagado de forma profunda en la existencia de diferencias en el efecto del etnocentrismo sobre el riesgo en función de las características sociodemográficas de los encuestados o en función de la marca del automóvil.

Teniendo en cuenta las limitaciones mencionadas, algunas líneas de investigación futuras que pueden contribuir a la cuestión en estudio, son la aplicación del modelo propuesto en diferentes países, consumidores y productos para contrastar los resultados con los obtenidos en otros contextos. De manera similar sería interesante incluir otras varia-

bles relacionadas con el etnocentrismo, como pueden ser la calidad percibida, el valor, la experiencia de compra, el perfil del individuo y otras variables relacionadas con la intención de compra, como la satisfacción o la lealtad a una marca. Finalmente, futuros estudios deberían indagar si el hecho de que los automóviles sean producidos en su totalidad o de forma parcial en el país de la muestra, mitiga o amplifica los efectos del etnocentrismo y, la posible existencia de un efecto moderador del país de producción del producto en la relación entre el etnocentrismo y el riesgo percibido. ■

AGRADECIMIENTO

El autor desea agradecer el apoyo del proyecto Uaslp/Promep/103.5/11/6650, SNI/Conacyt: 53181, Uaslp/Promep/CARegPrel19 y C12-FAI-03-08.08.

REFERENCIAS

- Alden, D.L., Steenkamp, J.E.M., & Batra, R. (2006). "Consumer attitudes toward marketplace globalization. Structure, antecedents and consequences". *International Journal of Research in Marketing*, 23, 227-239.
- Almousa, M. (2011). "Perceived risk in apparel online shopping: A multi dimensional Perspective". *Canadian Social Science*, 7(2), 23-31.
- Anta, F.J. (2007). "Automóviles en la frontera norte de México: Una (primera) reflexión del y para el trabajo de campo". *Gazeta de antropología*, 23, 11-16.
- Aqueveque, C. (2006). "Extrinsic cues and perceived risk. the influence of consumption situation". *Journal of Consumer Marketing*, 23 (5), 237-247.
- Asociación de Fabricantes Europeos de Automóviles (ACEA) (2011). Reporte de economía. [En línea]. Disponible en: www.acea.be. Fecha de consulta: 2 de diciembre de 2012.
- Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (AMIA) (2011-2012). Estadísticas. [En línea]. Disponible en: www.amia.com.mx. Fecha de consulta: 15 de diciembre de 2012.
- Bagozzi, R.P. & Yi, Y. (2012). "Specification, evaluation, and interpretation of structural equation models". *Academy of Marketing Science Journal*, 40(1), 8-34.
- Balabanis, G. & Diamantopoulos, A. (2004). "Domestic Country Bias, Country-of-Origin Effects, and Consumer Ethnocentrism. a multidimensional unfolding approach". *Academy of Marketing Science*, 32 (1), 80-95.
- Becker, J.-M.; Klein, K. & Wetzels, M. (2012). "Hierarchical Latent Variable Models in PLS-SEM: Guidelines for Using Reflective-Formative Type Models Original Research Article". *Long Range Planning*, 45, (5-6), 359-394.
- Bernabéu, R., Agustín, P. & Díaz, M. (2013). "Preference patterns for wine consumption in Spain depending on the degree of consumer ethnocentrism". *Food Quality and Preference*, 28 (1), 77-84.
- Boksberger, P., Bieger, T. & Laesser, C. (2007). "Multidimensional analysis of perceived risk in commercial air travel". *Journal of Air Transport Management*, 13(2), 90-96.
- Cepeda, G. & Roldán, J. (2008). *Aplicando en la práctica la técnica PLS en la administración de empresas*. Universidad de Sevilla, España. [En línea]. Disponible en: <http://ciberconta.unizar.es/doctorado/PLSGabrielCepeda.pdf>. Fecha de consulta: 15 de diciembre de 2012.
- Chakraborty, G., Allred, A.

- & Bristol, T. (1996). Exploring consumers' evaluations of counterfeits: the roles of country of origin and ethnocentrism. *Advances in Consumer Research*, 23, 379-384.
- Chrysochoidis, G., Krystallis, A., & Perreas, P. (2007). "Ethnocentric beliefs and country-of-origin (COO) effect. Impact of country, product and product attributes on Greek consumers' evaluation of food products". *European Journal of Marketing*, 41 (11/12), 1518-1544.
- Cillán, J., San Martín, S. & Jiménez, N. (2011). *La reputación empresarial del país de origen del producto y el etnocentrismo del consumidor como determinantes de la intención de compra de un automóvil extranjero*, Estrategias competitivas en canales de distribución comercial tradicional versus on-line, KRK EDICIONES, 91-108.
- Cleveland M., Laroche M. & Papadopoulos, N. (2009). "Cosmopolitanism, consumer ethnocentrism, and materialism: an eight-country study of antecedents and outcomes". *Journal of International Marketing*, 17(1), 116-46.
- Cunningham, L.F.; Gerlach, J.H.; Harper, M.D. & Young, C.E. (2005). "Perceived risk and the consumer buying process. Internet airline reservations". *International Journal of Service Industry Marketing*, 16 (4), 357-372.
- Ettenson, R., & Klein J.G. (2005). "The fallout from French nuclear testing in the South Pacific". *International Marketing Review*, 22 (2), 199-224.
- Evanschitzky, H., Wangenheim, F., Woisetschlager, D. & Blut, M. (2008). "Consumer ethnocentrism in the German market". *International Marketing Review*, 25 (1), 7-32.
- Gázquez, J.C., Jiménez, D. & Cervera, A. (2005). *Ethnocentrism influence on consumer behaviour: antecedents, consequences and measurement scales*. IV Congreso Internacional Italia-Francia sobre Tendencias del Marketing. París.
- Hair, J.F & Anderson, R.E. (2010): *Multivariate Data Analysis*, Prentice Hall.
- Hair, J.F., Sarstedt, M., Pieper, T.M. & Ringle, C.M. (2012). "The Use of Partial Least Squares Structural Equation Modeling in Strategic Management Research: A Review of Past Practices and Recommendations for Future Applications". *Long Range Planning*, 45 (5-6), 320-340.
- Hamzaoui, L. & Merunka, D. (2006). "The impact of country of design and country of manufacture on consumer perceptions of bi-national products quality. an empirical model based on the concept of fit". *The Journal of Consumer Marketing*, 23 (3), 145-155.
- Hofstede, G. (1983). "The Cultural Relativity of Organizational Practices and Theories". *Journal of International Business Studies*, 14(2), 75-89.
- Hofstede, G. (2006). "What did GLOBE really measure? researchers' minds versus respondents' minds". *Journal of International Business Studies*, 37(6), 882-896.
- Hopkins, R.A. & Powers, T.L. (2007). "Buy National' and Altruistic Market Segments". *Journal of Global Marketing*, 20(4), 73-87.
- International Organization of Motor Vehicle Manufacturers (2011). *Estadísticas de Producción*. [En línea]. Disponible en: <http://oica.net/category/production-statistics/>. Fecha de consulta: 20 de noviembre de 2012.
- Instituto Español de Comercio Exterior (2010). *Estadísticas de Comercio Exterior Estacom*. [En línea]. Disponible en: <http://www.icex.es>. Fecha de consulta: 20 de noviembre de 2012.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2010). *Estadísticas*. [En línea]. Disponible en: www.inegi.org.mx. Fecha de consulta: 20 de noviembre de 2012.
- Jacoby, J. M. & Kaplan, L.B. (1972). *The components of perceived risk, in Venkatesan, M. (Ed.), Advances in Consumer Research*, Association for Consumer Research, Chicago, IL, 382-93.
- Jiménez, N. & San Martín, S. (2010). *Efectos del etnocentrismo del consumidor mexicano*. Actas del VII Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Sociales y Administrativas, Tampico, Tamaulipas, 2010.
- Jiménez, N. & San Martín, S. (2010). "The role of country-of-origin, ethnocentrism and animosity in promoting consumer trust". The moderating role of familiarity. *International Business Review*, 19 (1), 34-45.
- Jin, Z., Chansarkar, B. & Kondap, N.M. (2006). "Brand origin in an emerging market. perceptions of Indian consumers". *Asia Pacific Journal of Marketing*, 18 (4), 283-302.
- Kinra, N. (2006). "The effect of country-of-origin on foreign brand names in the Indian market". *Marketing Intelligence & Planning*, 24 (1), 15-30.
- Klein, J.G. (2002). "Us versus them, or us versus everyone? Delineating consumer aversion to foreign goods". *Journal of International Business Studies*, 33 (2), 345-363.
- Lee, R. & Lockshin, L. (2011). "Halo effects of tourists' destination image on domestic product perceptions". *Australasian Marketing Journal*, 19 (1), 7-13.
- Liu, F., Murphy, J., Li, J. & Liu, X. (2006). "English and Chinese? The Role of Consumer Ethnocentrism and Country of Origin in Chinese Attitudes towards Store Signs". *Australasian Marketing Journal*, 14 (2), 5-16.
- Marín, S.C. (2005). *El Origen Doméstico de los productos como ventaja competitiva. La Etnocentricidad del consumidor*. Universitat de València Servei de Publicacions.
- Nijssen, E.J. & Douglas S.P., (2004). "Examining the animosity model in a country with a high level of foreign trade". *International Journal of Research in Marketing*, 21 (1), 23-38.
- Nijssen, E.J. & Herk, H. (2009): "Conjoining International Marketing and Relationship Marketing: Exploring Consumers' Cross-Border Service Relationships". *Journal of International Marketing*, vol. 17, nº 1, 91-115.
- O'Neill, J., Stupnytska, A. & Wrisdale, J. (2011). *It is Time to Re-define Emerging Markets*. Strategy Series, ed. Goldman Sachs Asset Management, 1-12.
- Roselius, T. (1971). "Consumer rankings of risk deduction methods". *Journal of Marketing*, 35, 56-61.
- Ritzer, G. (1996). *La McDonalización de la sociedad. Un análisis de la racionalización en la vida cotidiana*, Editorial Ariel, S. A., Barcelona.
- Saran, R., & Gupta, N. (2012). "Country of origin vs. consumer perception: A literature review". *IUP Journal of Marketing Management*, 11(4), 66-75.
- Sharma, S., Shimp, T. & Shin, J. (1995). "Consumer Ethnocentrism: A test of antecedents and moderators". *Journal of the Academy of Marketing Science*, 23(1): 26-37.
- Shimp, T. A., & Sharma, S. (1987). "Consumer Ethnocentrism. Construction and Validation of the Cetscale". *Journal of Marketing Research*, 24 (3), 280-289.
- Tse, A.C.B., (1999). "Factors affecting consumer perceptions on product safety". *European Journal of Marketing*, 33, 911-925.
- Verlegh, P. (2007). "Home country bias in product evaluation: the complementary roles of economic and socio-psychological motives". *Journal of International Business Studies*, 38 (3), 361-373.

Despliegue de la función de calidad como herramienta de mejora en productos elaborados con bambú

Quality Function Deployment (QFD) as a tool to improve bamboo`s products

Arturo Zacapantzi-Cordero*, Erika Gutiérrez-Morales, Enrique Herrera-Fernández y Manuel Edmundo Cruz-Sánchez.

*División de Estudios de Posgrado e Investigación, Instituto Tecnológico de Apizaco. Avenida Instituto Tecnológico s/n, Apizaco, Tlaxcala. C.P. 90300. Tel. 241 4172010 ext. 146. arturo_zc@hotmail.com

Fecha de recepción: 25 de junio de 2012.
Fecha de aceptación: 29 de octubre de 2012.

RESUMEN

En el contexto de las Micro-Pequeñas y Medianas Empresas (MiPyMES) del sector artesanal Tlaxcalteca recae la necesidad de determinar y priorizar las necesidades del cliente como una actividad fundamental para su crecimiento y desarrollo, debido a

que estas entidades son el sustento económico de nuestro país. La presente investigación tiene como objetivo la aplicación del despliegue de la función de calidad (QFD, por sus siglas en inglés) en un caso de estudio para encontrar estrategias innovadoras para responder a los requerimientos del

cliente para la mejora continua de los productos y servicios que éste ofrece. El valor agregado de la investigación recae en la aplicación de herramientas y técnicas de la ingeniería industrial aplicadas a entidades que no pertenecen a grandes consorcios empresariales. Con los resultados obtenidos se obtuvieron Críticos de Calidad (CTQ'S, por sus siglas en inglés) para contribuir a la detección asertiva de las exigencias del cliente. Incluyendo la importancia del cliente en el proceso de diseño de producto, y diseñar procesos efectivos para su cumplimiento futuro.

PALABRAS CLAVE:

Críticos de Calidad (CTQ'S), Despliegue de la Función de Calidad (QFD), Micro-Pequeñas y Medianas Empresas (MiPyMES).

ABSTRACT

Into the context of the artisan sector of Tlaxcala's MiPyMes lies the need to identify and prioritize customer needs, combined these entities are the economic livelihood of our country. This research aims the application of QFD in a case study to find innovative strategies to meet customer requirements for continuous improvement of the pro-

REQUERIMIENTOS	INPUTS
Personalización	Adaptable a las necesidades y gustos
	Servicio personalizado
	Tiempos de entrega pactados
	Servicio post venta
	Precios competitivos
Funcionalidad	Materia prima de calidad
	Productos robustos
	Productos bajo especificaciones
Decoración	Decoración tradicional
	Decoración vanguardista
	Diseños innovadores
Tamaño	Gama de tamaños
	Tamaño personalizado
Color	Personalización
	Durabilidad
	Gama amplia

TABLA 1**Inputs del Cliente.**

Table 1. Customer Inputs.

Fuente: Elaboración propia, 2012.

ducts and services it offers. The added value of the research lies in the application of tools and techniques of industrial engineering applied to entities that do not belong to big business. With the results obtained get CTQ'S to help detect assertive customer requirements. Including the importance of the customer in the product design process, and design effective processes for future compliance.

KEYWORDS:

Critical to Quality (CTQ's), QFD (Quality Function Deployment), MiPyMES

INTRODUCCIÓN

Actualmente el sector de las artesanías, es un rubro con áreas de oportunidad debido al creciente

interés de la población por adquirir estos productos. A nivel global, de acuerdo con el Reporte de Economía Creativa del 2008 de la Conferencia de las Naciones Unidas Sobre Comercio y Desarrollo, el comercio de artesanías es uno de los sectores de mayor crecimiento en el mundo con un 8% anual (Unctad, 2008). En México, el Instituto Nacional de Geografía e Informática (Inegi) reporta que es un sector tradicional del comercio al detalle, que aporta una derrama económica de más de 46,000 millones de pesos. En el estado de Tlaxcala, de acuerdo a este organismo, en el año 2008 se contaba con 181 unidades de negocio de este giro (Inegi, 2012).

Por otra parte, en el estado del arte de la presente investigación, no se encontró evidencia de que



existan aplicaciones de herramientas y/o técnicas de la ingeniería industrial en entidades económicas pequeñas del sector artesanal. Sin embargo, existen investigaciones acerca de la aplicación y efectividad del uso de la herramienta en la manufactura industrial (Cenfin, 2009), aunado a esto existen otros campos de aplicación tales como: salud (Velasco, 2005) y sistemas administrativos (Viñas, 2006), entre los más destacados. Por lo tanto la investigación se centra en destacar la aplicación del QFD (por sus siglas en inglés), en este sector como factor innovador. Ya que el QFD es un proceso que asegura que los deseos y las necesidades de los clientes sean traducidas en características técnicas y su principal objetivo es centrar el producto o servicio en la satisfacción de los requerimientos del cliente (Reyes, s/f).

El caso estudio es una entidad

económica con características que susciben a las MiPyMES (Secretaría de Economía, 2009), el giro de ésta es la manufactura y comercialización de objetos decorativos de bambú. El sistema de producción es a través de lotes y pedidos particulares. La empresa ofrece ventajas competitivas tales como: a) El uso del bambú como materia prima es innovador dentro del estado de Tlaxcala, puesto que éste no es productor, en virtud a lo anterior, los usos y aplicaciones que pueden realizarse con esta materia prima son desconocidos y por ende no explotados. b) En los registros del Sistema de Información Empresarial Mexicano (SIEM) no existe otra empresa dedicada a este rubro artesanal dentro del estado. Haciéndola única en su giro.

El objetivo general de la investigación es el desarrollo de estrategias en base a la herramien-

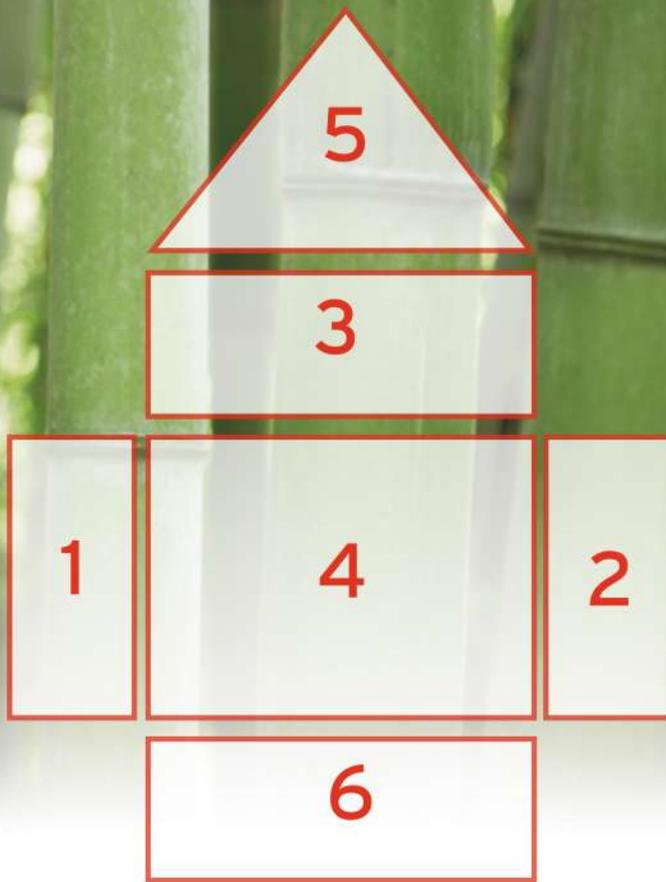


FIGURA 1

Matriz QFD (Despliegue de función de calidad, por sus siglas en inglés).

Figure 1. Matrix QFD.

Fuente: Gómez, 2008.

ta "QFD" en un microempresa del sector artesanal con el propósito de conocer los requerimientos del cliente con referencia a los productos establecidos en el catálogo actual, así como los de nueva creación. Los objetivos específicos: 1. De acuerdo a los resultados derivados de la matriz, evaluar los posibles cambios en las etapas del proceso. 2. Diseñar el producto conforme a los resultados obtenidos.

METODOLOGÍA

El diseño de la investigación fue determinado como exploratorio, no experimental y de diseño transversal, debido a que la aplicación de este

tipo de herramientas de ingeniería dentro de unidades artesanales es un tema poco explorado y aplicado, en virtud de que no se manipularán variables, y el estudio fue llevado a cabo en un determinado lapso de tiempo, específicamente durante los meses de Enero a Marzo del 2012, en los cuales se fueron desarrollando paso por paso las etapas del proyecto, desde la recopilación de información hasta el llenado de la matriz.

La hipótesis, fue determinada con las características del diseño de la investigación, establecida de la siguiente manera: El uso de la herramienta "QFD" determinará que al menos el 85% de las características

TI	SA	PO	TM	IV	P. ABS.	P. SOLIC. %
5	4	5	1.25	1.5	9.375	7.0
5	4	4	1	1.5	7.5	5.6
4	3	5	1.6	1.5	10	7.4
4	1	5	5	1.2	24	17.8
4	4	4	1	1.2	4.8	3.6
5	4	5	1.25	1.5	9.375	7.0
3	3	4	1.3	1.2	4.8	3.6
5	4	5	1.25	1.5	9.375	7.0
3	5	4	0.8	1.2	2.88	2.1
3	3	4	1.3	1.2	4.8	3.6
5	3	5	1.6	1.5	12.5	9.3
4	3	5	1.6	1.5	10	7.4
4	5	4	0.8	1.5	4.8	3.6
5	5	5	1	1.2	6	4.5
5	4	5	1.25	1	6.25	4.6
4	3	4	1.3	1.5	8	5.9
					134.455	100

TABLA 2

Entorno y plan de mejora.

Table 2. Environment and improvement plan.

Fuente: Elaboración propia, 2012.

de calidad definidas por los clientes son las que actualmente la empresa ha establecido para sus productos.

El QFD es una herramienta con aplicación de toda la gama de productos manufacturados dentro de una organización; para fines prácticos de la investigación se ha decidido aplicar la matriz para determinar las características de calidad del producto "LB002" puesto que, en base a los indicadores de la empresa, es el producto con mayor demanda mensual (20% de total de las ventas) y un margen de utilidad.

RESULTADOS

El desarrollo de la metodología de

QFD sigue una serie de pasos referidos al llenado de las seis partes de la matriz, los cuales se muestran en la figura 1:

1. Requerimientos o necesidades del Cliente.
2. Entorno y Plan de mejora.
3. Características técnicas de diseño del producto.
4. Interrelaciones entre las necesidades del cliente y las características técnicas del producto.
5. Correlaciones técnicas.
6. Prioridades u objetivos de diseño (Gómez, 2008).

Para el desarrollo del presente artículo se procederá al llenado de cada elemento.

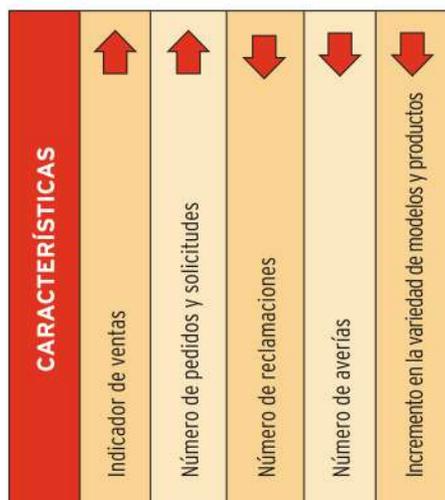
**FIGURA 2****Características técnicas de diseño del producto.**

Figure 2. Technical Product Designer.

Fuente: Elaboración propia, 2012.

1. Requerimientos o necesidades del Cliente

En esta primera matriz los requerimientos del cliente se determinan por medio de la técnica "brain storm" por parte de los integrantes de la organización, en base a la experiencia obtenida mediante la retroalimentación directa de los clientes en el punto de venta, y que como indica Herrera y Bonilla (2008) el método del QFD se basa en la opinión del cliente o del consumidor y aplica las etapas de estudio de mercado para lograr identificar las necesidades y las preferencias del producto según los clientes, definiéndose para el caso de estudio de la siguiente forma:

1) Personalización de productos, 2) Funcionalidad, 3) Decoración, 4) Tamaño y Color.

Con estos datos se procede a llenar la primera parte de la matriz especificando las necesidades de los clientes quedando como sigue (tabla 1).

2. Entorno y Plan de mejora

Para cada una de las demandas se valora una serie de aspectos que conducen a asignar un peso cuantificado.

En concreto se valora (tabla 2):

TASA DE IMPORTANCIA (TI): Se atribuye una ponderación de 1 a 5 (de menos a más) a cada demanda.

SITUACIÓN ACTUAL (SA): Se califica entre 1 y 5 la situación de la organización con respecto a cada demanda.

PLAN DE ORGANIZACIÓN (PO): Valorar de 1 a 5 la situación en que se desearía estar para cada una de las demandas.

TASA DE MEJORA (TM): Se calcula $TM = PL/SA$.

	INDICADOR DE VENTAS	NÚMERO DE PEDIDOS Y SOLICITUDES	NÚMERO DE RECLAMACIONES	NÚMERO DE AVERÍAS	INCREMENTO EN LA VARIEDAD DE MODELOS Y PRODUCTOS
ADAPTABLE A LAS NECESIDADES Y GUSTOS	9/63				9/63
SERVICIO PERSONALIZADO	6/34	9/50			
TIEMPOS DE ENTREGA PACTADOS	9/67	9/67	9/67		
SERVICIO POST VENTA			9/160	3/53	
PRECIOS COMPETITIVOS	9/32				3/11
MATERIA PRIMA DE CALIDAD	9/63		9/63		9/63
PRODUCTOS ROBUSTOS	9/32			9/32	
PRODUCTOS BAJO ESPECIFICACIONES	3/21		9/63	9/63	
DECORACIÓN TRADICIONAL	9/18	9/18			9/18
DECORACIÓN VANGUARDISTA	9/32	9/32			9/32
DISEÑOS INNOVADORES	9/84	9/84			9/84
GAMA DE TAMAÑOS	9/67				9/67
TAMAÑO PERSONALIZADO	9/32				3/11
PERSONALIZACIÓN		3/14			3/14
DURABILIDAD			9/41		
GAMA AMPLIA		9/53			9/53

FIGURA 3**Interrelaciones entre las necesidades del cliente y las características técnicas del producto**

Figure 3. Interrelations between customer needs and Technical Product Designer.

Fuente: Elaboración propia, 2012.

IMPORTANCIA DE LAS VENTAS (IV): Se trata de atribuir un peso a cada demanda del cliente según lo importante que resulta satisfacerla para aumentar las ventas (1.5 muy importante; 1.2 relativamente importante; 1 irrelevante o casi irrelevante).

PESO ABSOLUTO DE CADA DEMANDA: Se calcula peso absoluto = $TI \times TM \times IV$.

PESO SOLICITADO (PESO RELATIVO): Se calcula

la convirtiendo el peso absoluto en porcentaje.

Se ponderó la evaluación de la siguiente manera para obtener la situación actual:

- 1 = muy malo
- 2 = malo
- 3 = regular
- 4 = bueno
- 5 = excelente

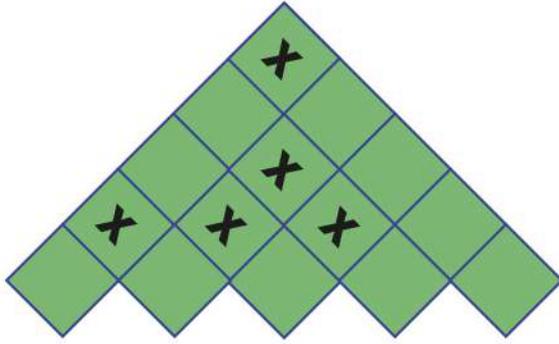


FIGURA 4

Correlaciones técnicas.

Figure 4. Technical Correlations.

Fuente: Elaboración propia, 2012.

3. Características técnicas de diseño del producto

En esta parte se enlista las características técnicas del producto que están relacionadas con las demandas de los clientes, éstas deben ser medibles y controlables. El valor superior mostrado por medio de una flecha significa si el valor de la característica interesa que sea grande (flecha hacia arriba) o pequeño (flecha hacia abajo) (figura 2).

4. Interrelaciones entre las necesidades del cliente y las características técnicas del producto

En esta etapa se forma una matriz en la que las filas son las demandas de los clientes y las columnas las características técnicas del producto. Donde se detecte una correlación se procede al llenado de la celda y en donde no exista una correlación se deja la casilla en blanco. En cada

celda donde exista correlación se colocan dos valores, en el superior el valor que indica el grado de relación que existe entre la característica de calidad y lo que el cliente requiere (9 correlación alta, 3 media y 1 baja), y en el valor inferior se coloca el producto del valor superior y el peso solicitado (figura 3). Estas reglas corresponden a la aplicación tradicional de los criterios establecidos por la metodología QFD a fin de estandarizar a la misma, aunque como establece Pérez y col. (2007) se puede adecuar esta herramienta hasta ajustarla a las necesidades específicas de la empresa en cuestión, por medio de la modificación de los indicadores numéricos, los cuales podrían llegar a ser confusos y no equilibrados, originando contradicciones al momento de desarrollar la metodología. Se ha definido por parte de los investigadores que, para la aplicación de la metodolo-

TOTAL	545	318	394	148	416	1821
%	29.9	17.5	21.6	8.2	22.8	100
SITUACIÓN EMPRESA	8 ventas/mes	4 c/mes	0 c/mes	1 c/mes	1 c/2 meses	
PLAN	20 ventas/mes	8 c/mes	0 c/mes	0 c/mes	1 c/semana	

TABLA 3

Prioridades y objetivos de diseño.

Table 3. Priorities and design goals

Fuente: Elaboración propia, 2012.

gía por primera vez en este caso de estudio, se adoptan los indicadores tradicionales con la finalidad de tener más claro el procedimiento de llenado de la matriz. Para los futuros estudios, se considerarán otras alternativas de evaluación de interrelaciones con el objetivo de enriquecer el proyecto.

5. Correlaciones técnicas

Dentro de esta etapa de la metodología se refleja de manera gráfica la influencia que las características técnicas tienen entre sí. Si la relación es alta se coloca el signo + (figura 4).

6. Prioridades u objetivos de diseño

Finalmente se completa la última parte de la matriz QFD (tabla 3) que conduce a la definición de los objetivos para las características técnicas, esta parte consta de:

1) La importancia de las características técnicas: se calcula como la suma de valores asignada a cada demanda del cliente, así como su expresión en manera de porcentaje. Por ejemplo, para la característica "Indicador de ventas" se hace la sumatoria de:

$$63+34+67+32+63+32+21+18+32+84+67+32= 545$$

2) Valores actuales del producto que se presentan en la organización.

3) Plan de acción con los valores objetivos de cada característica: en este indicador se deciden los valores objetivos para el nuevo diseño, de esta manera se podrá realizar un comparativo entre el antes y el después de la aplicación de la metodología.

La matriz QFD se muestra de manera completa en la figura 5.

Finalmente posterior a la aplicación de la metodología del QFD en el producto LB002 se han determinado los siguientes CTQ's (Críticas de Calidad) para el diseño del mismo: a) Personalización, b) Funcionalidad, c) Decoración, d) Tamaño y e) Color.

Como lo menciona Poblano y col. (2011) los resultados del QFD son una herramienta muy útil para estructu-

rar planes y acciones de mejora en un proceso específico, ya que emite de manera clara y explícita una amplia información sobre los deseos del usuario. En relación al caso de estudio, y considerando este punto, los inputs que presentaron mayor porcentaje de peso solicitado (tabla 2) y sus respectivas acciones propuestas enfocadas a mejorar el producto son (tabla 4):

La matriz QFD será aplicada a cada uno de las familias de productos ofrecidos por la organización, con la finalidad de detectar las características de diseño de cada uno, orientándolos a la completa satisfacción de los clientes. Esta decisión fue determinada en virtud de los resultados obtenidos con la aplicación de la metodología del QFD en el producto LB002.

CONCLUSIONES

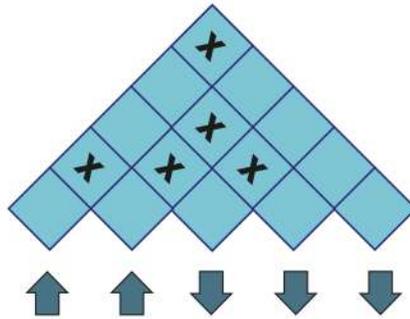
Las conclusiones de la investigación se efectúan respecto al objetivo general y específico e hipótesis:

La metodología QFD permitió detectar las características de calidad del producto LB002 más detalladas, en virtud se podrá definir el método bajo el cual éstas podrán ser medibles.

La identificación de las especificaciones de calidad por medio de la metodología hizo posible determinar las prioritarias para la organización y el cliente. Esto proporciona una plataforma para la definición de acciones específicas dentro de los procesos de manufactura, con el objeto de satisfacerlos.

La hipótesis fue rechazada puesto que no se encontró suficiente evidencia para aceptarla, ya que las características de calidad definidas por la organización abarcan un porcentaje del 60%, caso contrario de la hipótesis que establece del 85%.

El objetivo general de la investigación está centrado en proporcionar estrategias mediante los resultados obtenido del QFD para la satisfacción de los requerimientos del cliente, por lo tanto se establecieron las estrategias siguientes:



	CARACTERÍSTICAS	INDICADOR DE VENTAS	NÚMERO DE PEDIDOS Y SOLICITUDES	NÚMERO DE RECLAMACIONES	NÚMERO DE AVERÍAS	INCREMENTO EN LA VARIEDAD DE MODELOS Y PRODUCTOS	TI	SA	PO	TM	IV	P. ABS	P. SOLIC. %
PERSONALIZACIÓN	Adaptable a las necesidades y gustos	9/63				9/63	5	4	5	125	15	9.375	7.0
	Servicio personalizado	6/34	9/50				5	4	4	1	15	7.5	5.6
	Tiempos de entrega pactados	9/67	9/67	9/67			4	3	5	1.6	1.5	10	7.4
	Servicio post venta			9/60	3/53		4	1	5	5	12	24	17.8
	Precios competitivos	9/32				3/11	4	4	4	1	12	4.8	3.6
FUNCIONALIDAD	Materia prima de calidad	9/63		9/63		9/63	5	4	5	125	15	9.375	7.0
	Productos robustos	9/32			9/32		3	3	4	1.3	1.2	4.8	3.6
	Productos bajo especificaciones	3/21		9/63	9/63		5	4	5	125	15	9.375	7.0
DECORACIÓN	Decoración tradicional	9/18	9/18			9/18	3	5	4	0.8	1.2	2.88	2.1
	Decoración vanguardista	9/32	9/32			9/32	3	3	4	1.3	1.2	4.8	3.6
	Diseños innovadores	9/84	9/84			9/84	5	3	5	1.6	1.5	12.5	9.3
TAMAÑO	Gama de tamaños	9/67				9/67	4	3	5	1.6	1.5	10	7.4
	Tamaño personalizado	9/32				3/11	4	5	4	0.8	1.5	4.8	3.6
COLOR	Personalización		3/4			3/4	5	5	5	1	12	6	4.5
	Durabilidad			9/41			5	4	5	125	1	6.25	4.6
	Gama amplia		9/53			9/53	4	3	4	1.3	1.5	8	5.9
	Total	545	318	394	148	416	1821						
	%	29.9	17.5	21.6	8.2	22.8	100						
	Situación Empresa	8 ventas/mes	4 c/mes	0 c/mes	1 c/mes	1 c/2meses							
	Plan	20 ventas/mes	8 c/mes	0 c/mes	0 c/mes	1 c/semana							

FIGURA 5

Matriz QFD completa.
Figure 5. QFD Matrix complete.

Fuente: Elaboración propia, 2012.

CARACTERÍSTICA	ACCIONES PROPUESTAS
SERVICIO POST VENTA	Integración de un servicio post venta a las políticas organizacionales.
	Capacitación al personal acerca de reparaciones y repuestos
	Evaluación continua del servicio para retroalimentación en el proceso de fabricación
DISEÑOS INNOVADORES	Capacitación al personal sobre nuevas tendencias de diseño
	Benchmarking sobre diseños de productos sustitutos y perfectamente sustitutos
	Investigación acerca de nuevos materiales y técnicas para la creación de diseños
TIEMPOS DE ENTREGA PACTADOS	Adopción de la herramienta FIFO
	Estandarización de tiempos de producción
	Incremento de la disponibilidad del herramental
	Previsión de la demanda

TABLA 4

Acciones propuestas.

Table 4. Suggested actions.

Fuente: Elaboración propia, 2012.

a) Servicio post venta: integración de un servicio post venta a las políticas de la organización, capacitación al personal acerca de reparaciones y repuestos, evaluación continua del producto para retroalimentación en el proceso de fabricación. b) Diseños innovadores: capacitación al personal sobre nuevas tendencias de diseño, benchmarking sobre diseños de productos sustitutos, investigación acerca de nuevos materiales y técnicas para la creación de diseños. c) Tiempos de entrega pactados: adopción de la herramienta PEPS (Primeras Entradas Primeras Salidas), estandarización de tiempos de producción, incremento de la disponibilidad del herramental y previsión de la demanda.

Los objetivos específicos establecen determinar y evaluar los posibles cambios en los procesos, el QFD mostró que existen tres inputs que presentaron un mayor peso solicitado, por lo tanto las modificaciones de proceso propuestas estarán centradas en la reformulación de los mismos mediante acciones. Se tiene,

una serie de estrategias propuestas en la modificación e integración en los procesos actuales. Inicialmente se propone la creación de un nuevo proceso de servicio post-venta y los esfuerzos se potencializan en la capacitación del personal y la integración de herramientas industriales para la creación de diseños innovadores, y el mejoramiento de los tiempos pactados. El segundo objetivo secundario establece que el diseño se efectuará de acuerdo a los resultados obtenidos, en virtud a esto la matriz QFD permitió la determinación y detección de requerimientos críticos del diseño para el cliente, por lo tanto, los resultados proporcionan un ámbito de sugerencias y mejora en los procesos actuales que la empresa está llevando a cabo.

Finalmente la investigación concluye que la aplicación de herramientas de ingeniería industrial en pequeñas entidades económicas del sector artesanal, contribuye a la detección asertiva de las exigencias del cliente. Aunado a la importancia del cliente en el proceso de diseño de producto. ■

REFERENCIAS

Centro de Difusión Tecnológica de la Madera y el Mueble de Cataluña (Cenfim) (2009). "Proyecto Cenfim. QFD mueble: obtención de la voz del cliente y análisis de los atributos para el diseño de producto". Cataluña, España.

Secretaría de Economía (2009). Subsecretaría para la Pequeña y Mediana Empresa. [En línea]. Disponible en: http://www.economia.gob.mx/swb/es/economia/p_cpyme_informacion. Fecha de consulta: 10 de Julio de 2011.

Gómez, A. P. QFD *Despliegue de la Función de la Calidad*. Instituto Tecnológico de Apizaco. Inédito.

Herrera, M. y Bonilla, D. (2008). "Método de selección heurístico de diferencias y comparación para el diseño de productos". *Tecnura*. 12: 72-80.

Instituto Nacional de Estadística e Informática (Inegi) (2012). Banco de Información Económica. [En línea]. Disponible en: <http://www.inegi.org.mx/sistemas/bie/default.aspx?idserPadre=10200150009001100070010000500100#D10200150009001100070010000500100>. Fecha de consulta: 12 de septiembre de 2012.

Poblano, F., Padilla, B., Pedroza, E. y Veliz, B. (2011). Aplicación de la técnica Despliegue de la Función de Calidad-QFD en una IES. *Coloquio de Investigación Multidisciplinaria*. 1: 477-484.

Pérez, Y., Ríos, R., Sánchez, C., Vergara, I., Noy, M. (2007). "QFD VS AHP: Comparación de los resultados en la obtención



de los requisitos de calidad". *Ingeniería Industrial*, 28: 62-65.

Reyes, P. (s/f). QFD Despliegue de la Función de Calidad (QFD). [En línea]. Disponible en: <http://www.icicm.com/files/QFD.pdf>. Fecha de consulta: 10 de Agosto de 2011.

United Nations Conference on Trade and Development (Unctad). (2008). Informe Anual 2008. Suiza: Naciones Unidas. [En línea]. Disponible en: http://unctad.org/es/Docs/dom20091_sp.pdf. Fecha de consulta: 10 de agosto de 2011.

Velasco, C. B. (2005). "Despliegue de la función calidad (QFD): beneficios y limitaciones detectados en su aplicación al diseño de prótesis mioeléctrica de mano". *Ingeniería y Tecnología*, 25, 30-38.

Viñas, P. G. (2006). QFD aplicado: Competitividad e innovación de cara al mercado. XVIII Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica. [En línea]. Disponible en: http://unctad.org/es/Docs/dom20091_sp.pdf. Fecha de consulta: 10 de agosto de 2011.

ANÁLISIS DE LA RESTAURACIÓN PASIVA POST-PECUARIA EN EL MATORRAL ESPINOSO TAMAULIPECO DEL NORESTE DE MÉXICO

Analysis of the livestock passive forest restoration in the Tamaulipan Thornscrub in northeast México

Miguel Ángel Pequeño-Ledezma¹, Eduardo Alanís-Rodríguez¹, Javier Jiménez-Pérez¹, Marco Aurelio González-Tagle¹, José Israel Yerena-Yamalle¹, Gerardo Cuellar-Rodríguez¹, Arturo Mora-Olivo².

¹Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Forestales, Linares, Nuevo León, México.

²Universidad Autónoma de Tamaulipas, Instituto de Ecología Aplicada, División del Golfo 356, Ciudad Victoria, Tamaulipas, México. C. P. 87019.

*Autor para correspondencia: Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Forestales, Carretera Linares-Ciudad Victoria, km 145, Apartado Postal 41, Linares, Nuevo León, México. C. P. 67700. mikepequeno@hotmail.com

Fecha de recepción: 16 de septiembre de 2012.
Fecha de aceptación: 14 de diciembre de 2012.



Fuente: Miguel Ángel Pequeño-Ledezma.

La actividad ganadera en México, ocupa 110 millones de hectáreas, lo que equivale a alrededor de un 56% del territorio nacional (Sagarpa, 2006).

Farming in Mexico, occupies 110 million hectares which is equivalent to about 56% of the country (Sagarpa, 2006).

RESUMEN

La superficie con actividad ganadera en México es alrededor de 56% del territorio nacional. El matorral es el ecosistema más distribuido e históricamente más utilizado para fines pecuarios en las zonas áridas y semiáridas de México. Para analizar la restauración pasiva post-pecuaria en el matorral espinoso tamaulipeco del noreste de México se establecieron cuatro sitios de

muestreo de 40 x 40 m (1600 m²). En los sitios de muestreo se midieron todos los árboles y arbustos ≥ 3 cm de diámetro a 10 cm. Se utilizaron los indicadores ecológicos de abundancia, dominancia, frecuencia, índice de valor de importancia, índice de Margalef e índice de Shannon & Wiener. Se registraron dos especies dominantes (*Vachellia farnesiana* y *Prosopis glandulosa*) con el 74% de la dominancia absoluta, mientras

el 26% está dividido entre las 10 especies restantes. Se registró una abundancia absoluta de 3050 individuos, donde *Vachellia farnesiana* representa el 60% del total. De acuerdo a la distribución diamétrica, se observó que de todos los individuos de *Vachellia farnesiana*, el 57% (168 individuos) se encuentran en el rango de 0 a 10 cm de diámetro, lo cual indica que se está regenerado activamente.



FIGURA 1

El matorral es el ecosistema más abundante e históricamente más utilizado en las zonas áridas y semiáridas de México (García y Jurado, 2008).

Figure 1. The scrub is the most abundant and historically used ecosystem in arid and semiarid regions of Mexico (García y Jurado, 2008).

PALABRAS CLAVE:

Matorral espinoso tamaulipeco, densidad, abundancia, Margalef, Shannon.

ABSTRACT

In Mexico, the terrestrial surface used for cattle breeding, is about 56% of the national territory. The thornscrub ecosystem has the widest distribution in Mexico and historically had been used for livestock purposes in arid and semiarid regions. To analyze the post-livestock passive restoration in Tamaulipan thornscrub of northeast Mexico there were established four sampling sites of 40 x 40 m (1600 m²). All trees and shrubs ≥ 3 cm in diameter at 10 cm were measured. We used ecological indicators of abundance, dominance, frequency, importance value index, Margalef index and index of Shannon & Wiener. There were two dominant species (*Vachellia farnesiana* and *Prosopis glandulosa*) with 74% of absolute dominance, while the remaining 26% is divided among the remaining 10 species.

There was an absolute abundance of 3050 individuals, where *Vachellia farnesiana* represents 60% of the total. According to the diameter distribution, we observed that all individuals of *Vachellia farnesiana*, 57% (168 individuals) were in the range of 0 to 10 cm in diameter, which indicates an active regeneration of the ecosystem.

KEYWORDS:

Tamaulipan thornscrub, density, abundance, Margalef, Shannon.

INTRODUCCIÓN

El sector pecuario representa el 5% del Producto Interno Bruto en el mundo, cerca del 29% de la superficie terrestre está ocupada por pastizales permanentes o bien por cultivos forrajeros utilizados para criar ganado (Fresco, 2005). En México, la ganadería es la actividad productiva más común en el medio rural, se realiza, sin excepción, en todas las regiones ecológicas del país y aún en condiciones climáticas adversas (Sagarpa, 2006).

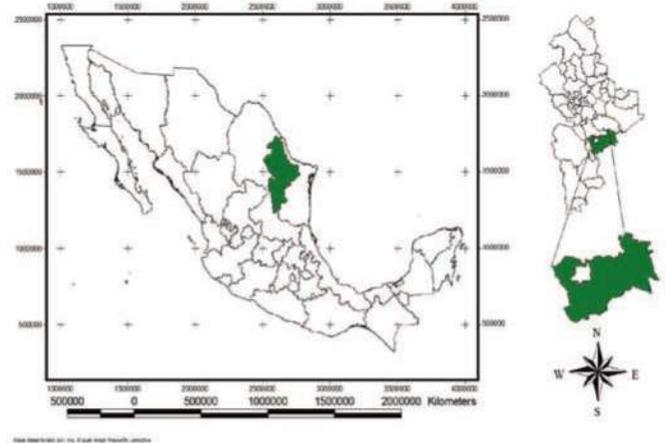


FIGURA 2

Localización del área de estudio.

Figure 2. Location of the study area.

La actividad ganadera en México, ocupa 110 millones de hectáreas lo que equivale a alrededor de un 56% del territorio nacional (Sagarpa, 2006). Particularmente, el estado de Nuevo León cuenta con una superficie ganadera que asciende a un poco más de 5.5 millones de hectáreas (86% de la superficie estatal), de las cuales el 90% son de agostadero y el 10% restante de praderas (Sagarpa, 2009).

El matorral es el ecosistema más abundante e históricamente

más utilizado en las zonas áridas y semiáridas de México (García y Jurado, 2008) (figura 1). A lo largo de la historia se ha visto afectado por actividades antropogénicas como la extracción de especies vegetales para diferentes usos (seto, combustible, textil, medicinal y alimenticio) (Estrada y col., 2004; Rzedowski, 2006; García y Jurado, 2008). De la misma manera, ha sufrido una continua deforestación para establecer zonas de uso agrícola, industrial y urbano (Alanís y col., 2008; Arriaga,

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FAMILIA	FORMA DE VIDA
<i>Castela erecta</i> subsp. <i>texana</i> (Torr. & A. Gray) Cronquist	Chaparro amargoso	Simaroubaceae	Arbustiva
<i>Celtis pallida</i> Torr.	Granjeno	Ulmaceae	Arbustiva
<i>Cordia boissieri</i> A. DC.	Anacahuita	Boraginaceae	Arbustiva
<i>Diospyros texana</i> Sheele	Chapote blanco	Ebenaceae	Arbórea
<i>Koerberlinia spinosa</i> Zucc.	Corona de cristo	Coeberlineaceae	Arbustiva
<i>Parkinsonia aculeata</i> L.	Retama	Caesalpiniaceae	Arbórea
<i>Parkinsonia texana</i> (A. Gray) S. Watson	Palo verde	Caesalpiniaceae	Arbustiva
<i>Prosopis laevigata</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) M.C. Johnston.	Mezquite	Mimosaceae	Arbórea
<i>Sideroxylon celastrinum</i> (Kunth) T.D. Penn.	Coma	Sapotaceae	Arbórea
<i>Vachellia rigidula</i> (Benth.) Seigler & Ebinger	Gavia	Mimosaceae	Arbustiva
<i>Vachellia farnesiana</i> (L.) Wight & Arn.	Huizache	Mimosaceae	Arbustiva
<i>Zanthoxylum fagara</i> (L.) Sarg.	Colima	Rutaceae	Arbustiva

CUADRO 1

Nombre científico, Común, Familia y Forma de vida de las especies leñosas presentes en el área de estudio.
Table 1. Scientific name, common, family and form of life of the woody species present in the study area.

2009). Por otra parte, debido a que el uso ganadero es la práctica más frecuente, el efecto más notable del pastoreo es la substitución paulatina de las plantas nativas (Rzedowski, 2006; García y Jurado, 2008). Entre los años 1993 al 2002 el matorral sufrió una pérdida de 953 mil ha, por cambio de uso de suelo, siendo el segundo ecosistema más afectado en México después de las selvas y actualmente se ha observado un incremento en el cambio de uso de suelo para el establecimiento de zonas urbanas (Semarnat, 2006).

Las áreas destinadas a la ganadería son utilizadas durante un cierto tiempo y abandonadas cuando bajan su productividad. Estas áreas, pueden regenerarse naturalmente (restauración pasiva), aunque se desconoce cómo serán las comunidades vegetales resultantes. Actualmente existen escasas investigaciones sobre la estructura de la vegetación leñosa, como las

de Alanís y col. (2008), Jiménez y col. (2009), González y col. (2010) y Jiménez y col. (2012a,b) quienes evaluaron diversas áreas con historial de uso productivo pero sin profundizar en la actividad pecuaria. Por ello, es importante desarrollar un análisis sobre la estructura y regeneración de las especies leñosas en áreas en las que se ha dejado de criar ganado.

El objetivo general de la presente investigación fue caracterizar la regeneración natural de la vegetación leñosa (>3cm de diámetro) 30 años después de la actividad pecuaria en el matorral espinoso tamaulipeco (MET).

MATERIAL Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio se desarrolló en el municipio de Linares, N. L., (Noreste de México) situado entre las coordenadas 25°09' y 24° 33' de latitud norte, y 99° 54' y 99° 07' de lon-

gitud oeste (figura 2), a una altitud promedio de 350 m snm. Los suelos de la zona corresponden a un típico vertisol de origen aluvio-columial, profundos y de color oscuro en la parte más plana y rendzina de origen lutita calichosa de profundidad mediana en los lomeríos (Foroughbakhch y Heiseke, 1990).

Análisis de la vegetación

Para analizar la regeneración del elemento leñoso, se seleccionó una superficie del MET con historial de uso pecuario. El área fue desmontada en la década de los setentas con maquinaria agrícola y posteriormente se sembró zacate buffel (*Pennisetum ciliare*). Posteriormente fue abandonada en el año 1982, después de ser utilizada para el pastoreo intensivo de ganado vacuno.

En el verano del año 2012 (30 años después de que se suspendiera la actividad pecuaria) se estable-

cieron cuatro sitios de muestreo para evaluar la regeneración de la vegetación leñosa. Los sitios de muestreo fueron cuadros de 1600 m² (40 x 40 m). La forma cuadrada de los sitios se utilizó debido a su facilidad de delimitación y medición en vegetación densa (Canizales y col. 2009). Los cuatro sitios son similares en sus características fisiográficas (altitud entre los 350 a 380 m snm, pendiente de < 3% y suelo de tipo vertisol).

En los sitios de muestreo se desarrolló un censo de las especies leñosas, las variables utilizadas fueron altura total (h), diámetro ($d_{0.10}$) y el área de copa, la cual se obtuvo utilizando una cinta métrica midiendo el espacio ocupado por la copa en sentido norte-sur y este-oeste. La medición del diámetro se efectuó a 0.10 m sobre la base del suelo, ya que es una medida estándar empleada para la regeneración de las especies leñosas del MET. Se evaluaron los individuos con un diámetro $d_{0.10} \geq 3$ cm, para obtener una mayor representatividad de las especies.

Para cumplir con los objetivos, se investigaron:

1) los parámetros ecológicos de abundancia (AR_j), dominancia (DR_j), frecuencia (FR_j) relativas de cada variable. Los resultados se utilizaron para obtener un valor ponderado a nivel de taxón denominado índice de valor de importancia (IVI) que adquiere valores porcentuales en una escala del 0 al 100.

2) la diversidad α mediante el índice de Shannon & Weiner.

Análisis de la información

Para evaluar el papel relativo de las especies en el ecosistema regenerado se utilizaron los indicadores ecológicos de abundancia, dominancia, frecuencia e índice de valor de importancia (Magurran, 2004). Para la estimación de la abundancia relativa se empleó la siguiente

Nombre Científico	ABUNDANCIA		DOMINANCIA		FRECUENCIA		
	N/ha	rel	m ² /ha	rel	Abs	rel	IVI
<i>Vachellia farnesiana</i>	1838	60.25	4228.33	61.77	100.00	13.33	45.12
<i>Prosopis laevigata</i>	363	11.89	875.95	12.80	100.00	13.33	12.67
<i>Castela erecta texana</i>	106	3.48	373.76	5.46	75.00	10.00	6.31
<i>Celtis pallida</i>	69	2.25	183.57	2.68	100.00	13.33	6.09
<i>Diospyros texana</i>	181	5.94	126.41	1.85	75.00	10.00	5.93
<i>Parkinsonia texana</i>	125	4.10	340.63	4.98	50.00	6.67	5.25
<i>Zanthoxylum fagara</i>	88	2.87	169.24	2.47	75.00	10.00	5.11
<i>Sideroxylon celastrinum</i>	113	3.69	116.25	1.70	50.00	6.67	4.02
<i>Parkinsonia aculeata</i>	81	2.66	255.03	3.73	25.00	3.33	3.24
<i>Cordia boissieri</i>	19	0.61	28.30	0.41	50.00	6.67	2.56
<i>Vachellia rigidula</i>	31	1.02	96.62	1.41	25.00	3.33	1.92
<i>Koerberlinia spinosa</i>	38	1.23	50.79	0.74	25.00	3.33	1.77
	3050	100.00	6844.87	100	750	100.00	100.00

CUADRO 2

Abundancia (N/ha), dominancia (m²/ha), frecuencia e índice de Valor de Importancia de la regeneración de especies leñosas del matorral espinoso tamaulipeco.

Table 2. Abundance (N/ha), dominance (m²/ha), frequency and Importance Value Index of regeneration of woody species of Tamaulipan Thorns scrub.

ecuación:

$$A_i = \frac{N_i}{S}$$

$$AR_i = \left(\frac{A_i}{\sum A_i} \right) * 100$$

i=1...n

donde A_i es la abundancia absoluta, AR_i es la abundancia relativa de la especie i respecto a la abundancia total, N_i es el número de individuos de la especie i , y S la superficie de muestreo (ha).

La dominancia relativa se evaluó mediante:

$$D_i = \frac{Ab_i}{S(\text{ha})}$$

$$DR_i = \left(\frac{D_i}{\sum D_i} \right) * 100$$

i=1...n

donde D_i es la dominancia absoluta, donde DR_i es la dominancia relativa de la especie i respecto a la dominancia total, Ab el área de copa de la especie i y S la superficie muestreada (ha).

La frecuencia relativa se obtuvo con la siguiente ecuación:

$$F_i = \frac{P_i}{NS}$$

$$FR_i = \left(\frac{F_i}{\sum F_i} \right) * 100$$

i=1...n

donde F_i es la frecuencia absoluta, donde FR_i es la frecuencia

especie i y NS el número total de sitios de muestreo. El índice de valor de importancia (IVI) se define como:

$$IVI = \frac{AR_i + DR_i + FR_i}{3}$$

Para estimar la riqueza de especies se utilizó el índice de Margalef (D_{Mg}) y para la diversidad alfa el índice de Shannon & Weiner (H') mediante las ecuaciones:

$$D_{Mg} = \frac{(S - 1)}{\ln(N)}$$

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i * \ln(p_i)$$

$$p_i = n_i / N$$

donde S es el número de especies presentes, N es el número total de individuos y N_i es el número de individuos de la especie i .

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se registraron 9 familias, 11 géneros y 12 especies (Cuadro 1). *Vachellia farnesiana* y *Prosopis laevigata* fueron las especies con los valores más altos en abundancia, domi-

relativa de la especie i respecto a la frecuencia total, P_i es el número de sitios en la que está presente la

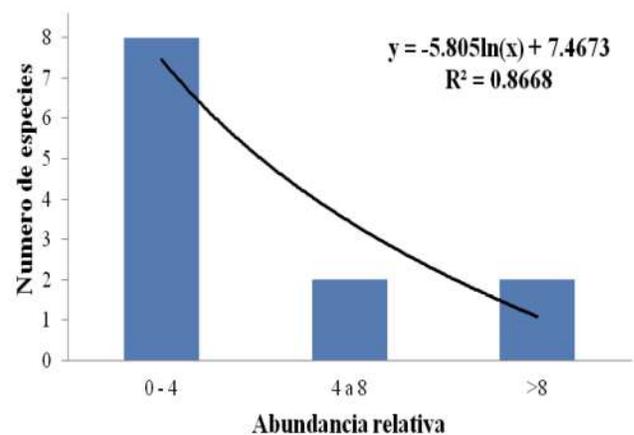
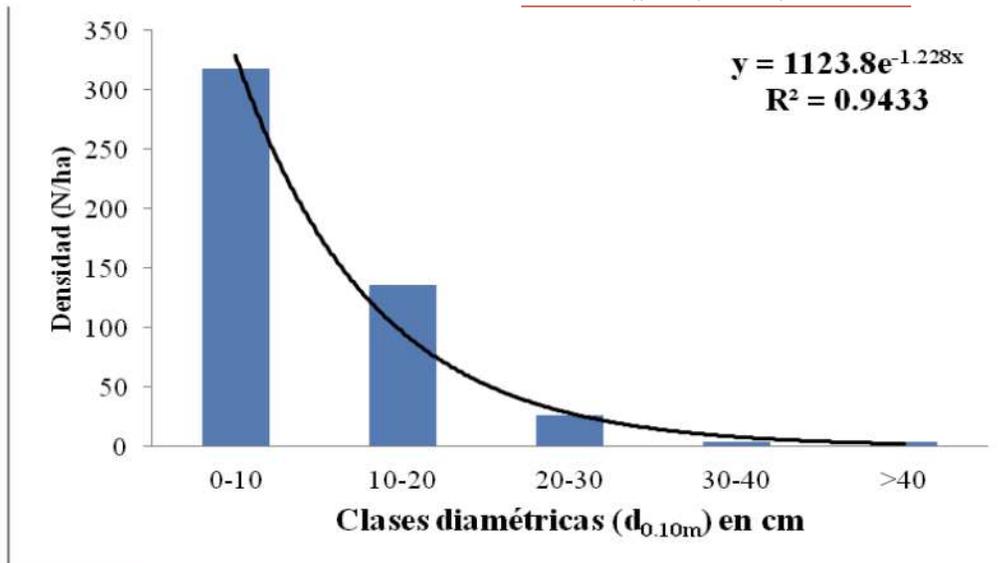


FIGURA 3

Patrón de la abundancia relativa de las especies en el área de estudio.
Figure 3. Pattern of relative abundance of species in the study area.

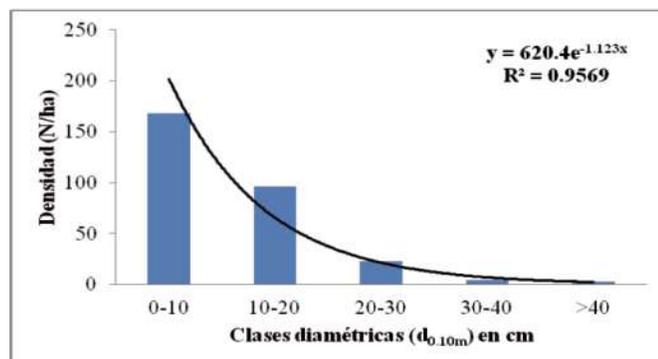
**FIGURA 4**

Densidad de individuos de acuerdo a clases diamétricas en el área de estudio.
Figure 4. Density of individuals according to diameter classes in the study area.

nancia y frecuencia en el área de estudio. Esta información coincide con los resultados de Estrada y col. (2004) y de Jiménez y col. (2012a,b) quienes refieren que las áreas que han sufrido algún tipo de disturbio por la actividad antropogénica, en este caso el sobrepastoreo, tienden a reflejar una baja disponibilidad de nitrógeno, resultando en el establecimiento de especies con esta característica en las primeras fases de sucesión ecológica. Siendo *Vachellia farnesiana* la especie con mayor peso ecológico en el ecosistema (Cuadro 2).

Indicadores ecológicos

De acuerdo con el patrón de abundancia relativa se observa que la especie más abundante en el MET es *Vachellia farnesiana*, la cual contiene alrededor de un 60% del total de los individuos registrados. Las especies dominantes son *Vachellia farnesiana* y *Prosopis laevigata*, que en conjunto presentan más del 70% de la cobertura total. Las especies con mayor frecuencia son *Vachellia farnesiana*, *Prosopis laevigata* y *Celtis pallida* seguidas de *Castela erecta* sub sp. *texana*, *Diospyros texana* y *Zanthoxylum fagara*.

**FIGURA 5**

Densidad de individuos de acuerdo a clases diamétricas en el área de estudio para la especie Vachellia farnesiana.
Figure 5. Density of individuals according to diameter classes in the study area for the species *Vachellia farnesiana*.

Densidad de individuos por hectárea

La figura 4 muestra la densidad de individuos por hectárea de acuerdo a las clases diamétricas registradas en el estudio. Se observa una línea de tendencia exponencial negativa en la densidad de individuos conforme aumenta el diámetro de los mismos, siendo la clase 0-10 cm de diámetro la que presentó valores superiores a los 300 N/ha. Lo anterior indica que existe un gran número de individuos en las clases diamétricas menores, mostrando que el sistema se encuentra en fases iniciales de la sucesión secundaria y que existe un estado de regeneración activo, en el cual se encuentran presentes gran cantidad de individuos de porte menor y un pequeño número de individuos con diámetros >20 cm. Esta información concuerda con Alanís y col. (2008) quienes caracterizaron la regeneración leñosa postincendio de un ecosistema templado del noreste de México.

En la figura 5 se observa la densidad de individuos por hectárea de la especie *Vachellia farnesiana*, la cual es dominante en el área de estudio. Se aprecia que el 57% (168 individuos) se encuentran en el rango de 0 a 10 cm de diámetro, lo cual indica que esta especie se está regenerando activamente.

Riqueza y diversidad

El área evaluada mostró valores de riqueza $D_{Mg} = 1.40$ y de diversidad alfa de $H' = 1.27$. Estos valores son bajos comparados con los de áreas con historial de uso silvícola y agrícola ya que Jiménez y col., registraron valores de riqueza $D_{Mg} = >2.17$ y de diversidad alfa de $H' = >2.24$ así como Molina-Guerra y col. (2012) quienes a su vez estudiaron la composición y diversidad vegetal de dos sistemas de pastoreo en el MET del noreste

El 17% de las especies registradas concentran el 66% del valor de importancia ecológico del área. Alanís y col. (2008) y Jiménez y col. (2009) realizaron un estudio en cuatro áreas del MET bajo diversos usos antropogénicos y abandono durante 21 años encontrando que en el área con historial de uso agrícola las especies de la familia leguminosae son las predominantes, presumiblemente por el efecto del uso de suelo. Sin embargo, comparando los resultados de la presente investigación con los obtenidos por Alanís y col. (2008), Jiménez y col. (2009) en ecosistemas bajo actividades pecuarias, de matarrasa y por García y Jurado (2008), en un ecosistema prístino, se identifican diferencias en los indicadores ecológicos y el valor de importancia, destacando únicamente *V. rigidula* en todas las áreas evaluadas.

Patrón de abundancia relativa

El patrón de la abundancia relativa en el área de estudio presenta un alto número de especies poco representadas, disminuyendo progresivamente hasta las que presentan un 4-8% de abundancia relativa, presentando una línea de tendencia logarítmica (figura 3).

de México (figura 6) y obtuvieron valores de diversidad alfa $H' = >2.22$ y 2.11. Jiménez y col., registró una diversidad alfa $H' = 1.11$ evaluando la regeneración de especies leñosas en el MET con historial de ganadería intensiva. Los valores de riqueza y diversidad obtenidos siguen siendo bajos comparados con los publicados por Jiménez y col. (2012a,b) quienes evaluaron la diversidad de la regeneración de especies leñosas del MET con historial agrícola en el noreste de México y obtuvieron valores de riqueza $D_{Mn} = 2.17$ y de diversidad alfa de $H' = 2.27$.

CONCLUSIONES

Se destacan las siguientes conclusiones: 1) en el área con historial pecuario se registraron dos especies dominantes (*Vachellia farnesiana* y *Prosopis laevis*) con el 74% de la dominancia absoluta; 2) existe alta presencia de individuos en las clases diamétricas menores, lo cual muestra un estado de regeneración activo y 3) el género con mayor peso ecológico fue *Vachellia* con un 46% de IVI. Esta investigación muestra que la vegetación leñosa del MET con historial de uso pecuario después de 30 años de abandono se regenera parcialmente, ya que presenta baja riqueza y diversidad de especies. ■

AGRADECIMIENTOS

A la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma de Nuevo León por todas las facilidades otorgadas para el desarrollo de la investigación y a todas las personas que participaron activamente en las actividades de campo y análisis de datos. El proyecto fue financiado parcialmente por el proyecto Promep/103.5/12/3585.



FIGURA 6

Vista del matorral espinoso tamaulipeco en el área de estudio.

Figure 6. View of Tamaulipan thornscrub in the study area.

REFERENCIAS

- Alanís, E., Jiménez, J., Aguirre, O. A., Treviño, E., Jurado, E. y González, M. A. (2008). "Efecto del uso del suelo en la fitodiversidad del matorral espinoso tamaulipeco". *Revista Ciencia UANL*, 11(1): 56-62.
- Arriaga, L. (2009). "Implicaciones del cambio de uso de suelo en la biodiversidad de los matorrales xerófilos: un enfoque multiescalar". *Investigación ambiental*, 1(1): 6-16.
- Canizales, P. A., Alanís, E., Aranda, R., Mata, J. M., Jiménez, J., Alanís, G., Uvalle, J. I. y Ruiz, M. G. (2009). "Caracterización estructural del matorral submontano de la Sierra Madre Oriental, Nuevo León, México". *Revista Chapingo, serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 15(2): 115-120.
- Estrada, E., Yen, A. D. y Villarreal, J. (2004). "Leguminosas del centro del estado de Nuevo León, México". *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica* 75: 73-85.
- Fresco, L. O. (2005). "Ciencia y la revolución pecuaria". *Revista Enfoques FAO*. [En línea]. Disponible en: <http://www.fao.org/ag/esp/revista/0511sp1.htm>. Fecha de consulta: 19 de agosto de 2012.
- Foroughbakhch, R. y Heiseke, D. (1990). Manejo silvícola del matorral: raleo, enriquecimiento y regeneración controlada. Reporte científico, FCF-UANL 19:1-41.
- García, J. y Jurado, E. (2008). "Caracterización del matorral con condiciones prístinas en Linares N. L., México". *Ra Ximhai*, 4(1): 1-21.
- González, H., Ramírez, R., Cantú, I., Gómez, M. y Uvalle, J. (2010). "Composición y Estructura de la vegetación en tres sitios del estado de Nuevo León, México". *Polibotánica*, 29: 91-106.
- Jiménez, J., Alanís, E., Aguirre, O., Pando, M. y González, M.A. (2009). "Análisis sobre el efecto del uso del suelo en la diversidad estructural del matorral espinoso tamaulipeco". *Revista Madera y Bosques*, 15(3):5-20.
- Jiménez, J., Alanís, E., González, M.A., Aguirre, O.A., Treviño, E.J. y Canizales, P.A. (2012a). "Characterizing woody species regeneration in areas with different land history tenure in the tamaulipan thornscrub, Mexico". *The Southwestern Naturalist*, in press.
- Jiménez, J., Alanís, E., Ruiz, J., González, M., Yarena, J. y Alanís, G. (2012b). "Diversidad de la regeneración leñosa del matorral espinoso tamaulipeco con historial agrícola en el noreste de México". *Revista Ciencia UANL*, año 15, 58: 66-71.
- Magurran, A. (2004). *Measuring Biological Diversity*. Blackwell Science Ltd. Blackwell Publishing Company. Oxford, UK, 256 Pp.
- Molina-Guerra, V.M., Pando-Moreno, M., Alanís-Rodríguez, E., Canizales-Velázquez, P.A., González-Rodríguez, H. y Jiménez-Pérez, J. (2012). "Composición y diversidad vegetal de dos sistemas de pastoreo en el matorral espinoso tamaulipeco del Noreste de México". *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, en prensa.
- Rzedowski, J. (2006). *Vegetación de México*. 1ª Edición digital, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 504 Pp.
- Sagarpa (2006). Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, Programa sectorial de agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación 2001-2006. 26 Pp.
- Sagarpa (2009). Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, Nuevo León: Agenda de innovación agroindustrial. 30 Pp.
- Semarnat (2006). Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. El Medio Ambiente en México 2005 en resumen. México. 91 Pp.