

INVESTIGACIÓN Y CIENCIA

DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE AGUASCALIENTES

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

AÑO 24
SEPTIEMBRE-DICIEMBRE 2016

69

EDICIÓN CUATRIMESTRAL
ISSN: 1665-4412



Importancia económica y competitividad de las cadenas agropecuarias en Aguascalientes, México

Costos y competitividad en la producción de bovinos carne en corral en el sur del Estado de México

Factores climáticos, geográficos y fisiográficos que contribuyen a la distribución potencial del orégano (*Lippia spp.*) en México

Comportamiento poscosecha en girasol (*Helianthus annuus L.*) en función de soluciones pulso

Uso de la flora tradicional de la Reserva de la Biósfera El Cielo, Tamaulipas

Análisis de corrosión en aceros con recubrimientos impacta en la competitividad en la industria metalmeccánica de Mexicali

Estrategia de negocio, gestión de recursos humanos y desempeño organizacional

Propiedad industrial y licenciamiento en los Centros Conacyt

La correlación del clítico *se* y las preposiciones *a/para* en verbos de movimiento intransitivos en el español del siglo XIII

Efecto de los factores de protección y de riesgo sobre el comportamiento suicida en estudiantes de Psicología

El mercado de trabajo mexicano, las dificultades de la informalidad

Producción de pigmentos por *Monascus spp.* en medio sólido empleando residuos agroindustriales

Rodolfo Stavenhagen. *In memoriam*

Álgebra abstracta: de grupos a preliminares de la Teoría de Galois. Reseña



INVESTIGACIÓN Y CIENCIA

DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE AGUASCALIENTES

INVESTIGACIÓN Y CIENCIA DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE AGUASCALIENTES, año 24, núm. 69, periodo septiembre-diciembre 2016, es una publicación periódica, cuatrimestral, multidisciplinaria, editada y distribuida por la Dirección General de Investigación y Posgrado de la Universidad Autónoma de Aguascalientes, Av. Universidad No. 940, Ciudad Universitaria, C.P. 20131, Aguascalientes, Ags., Tel./Fax. 449 9 10 74 42, www.uaa.mx/investigacion/revista, revistaiyc@correo.uaa.mx. Editor responsable: Guadalupe Ruiz Cuéllar. Número de Certificado de Reserva otorgado por el Instituto Nacional del Derecho de Autor: 04-2002-042412342500-102, ISSN: 1665-4412. Número de Certificado de Licitud de Título: 12284, Número de Certificado de Licitud de Contenido: 8497, ambos otorgados por la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas de la Secretaría de Gobernación. Registro Postal en SEPOMEX No. PP01-0003. Diseñada e impresa en el Departamento de Procesos Gráficos de la Universidad Autónoma de Aguascalientes, Av. Universidad No. 940, Ciudad Universitaria, C.P. 20131, Aguascalientes, Ags. Este número se terminó de imprimir el 31 de diciembre de 2016 con un tiraje de 1,000 ejemplares.

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

Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización de la Universidad Autónoma de Aguascalientes. Precio por ejemplar \$60.00 (pesos). Costo por suscripción anual \$160.00 (pesos).

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

ÍNDICES:

Índice de Revistas Mexicanas de Divulgación Científica y Tecnológica del CONACYT,

<http://www.conacyt.gob.mx>

Índice Internacional, "Actualidad Iberoamericana" ISSN 0717-3636. Centro de Información Tecnológica-CII, La Serrana, Chile, <http://www.citchile.cl>

IRESIE (Índice de Revistas de Educación Superior e Investigación Educativa), <http://iresie.unam.mx>

LATINDEX (Sistema Regional de Información en línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal), <http://www.latindex.org>

PERIÓDICA (Índice de Revistas Latinoamericanas en Ciencias), <http://www.dgb.unam.mx/periodica.html>

REDALYC (Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal), <http://www.redalyc.org>

BASES DE DATOS:

BIBLAT (Bibliografía Latinoamericana en revistas de investigación científica y social), <http://biblat.unam.mx/es/>

DIALNET (Hemeroteca de artículos científicos hispanos en internet) <http://dialnet.uniroja.es>

EBSCO MÉXICO www.ebscomexico.com

INFORME ACADÉMICO, www.gale-la.com/galeiberoweb/products/db/informe-academico.php

ULRICH'S Periodicals Directory, <http://ulrichsweb.serialssolutions.com>



ÍNDICE DE REVISTAS MEXICANAS
DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA

FOTOGRAFÍAS DE PORTADA:

• Cadenas agropecuarias de Aguascalientes • Efecto del ácido giberélico AG₃ a 50 mg l⁻¹ sobre girasol ornamental (*Helianthus annuus* L.) cv. Victoria • Mujer campesina mostrando dos plantas útiles del bosque de niebla de la RBEC • La creación de valor en las organizaciones a través del recurso humano • El trabajo dentro del taller familiar • La ocupación de tejedor • *Monascus purpureus* HD001 fermentado después de 14 días en residuos de tofu

DIRECTORIO

M. en Admón. Mario Andrade Cervantes
Rector

Dr. en C. Francisco Javier Avelar González
Secretario General

Dra. Guadalupe Ruiz Cuéllar
Directora General de Investigación y Posgrado

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

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

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

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

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

Dra. Sandra Yesenia Pinzón Castro
Decana del Centro de Ciencias Económicas y Administrativas

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

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

M. en RSM. José Luis García Ruvalcaba
Decano del Centro de las Artes y la Cultura

CONSEJO EDITORIAL

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

COMITÉ EDITORIAL

- Dr. Jaime Raúl Bonilla Barbosa
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS
CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS
- Dr. Juan Carlos A. Jáuregui Correa
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO
FACULTAD DE INGENIERÍA
- Dra. Edith R. Jiménez Huerta
UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS REGIONALES-INESER
- Dra. María J. Rodríguez-Shadow
INSTITUTO NACIONAL DE ANTROPOLOGÍA E HISTORIA
DIRECCIÓN DE ETNOLOGÍA Y ANTROPOLOGÍA SOCIAL
- Dr. Óscar Alejandro Viramontes Olivas
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIHUAHUA
CENTRO DE INVESTIGACIÓN SOCIAL Y ADMINISTRATIVO
Y SUSTENTABLE
- Dra. Mineko Shibayama
CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DE ESTUDIOS AVANZADOS DEL IPN
DEPARTAMENTO DE INFECTÓMICA Y PATOGÉNESIS MOLECULAR
- Dra. Guadalupe Ruiz Cuéllar
DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO
Editor
- Lic. Sandra Margarita Ruiz Guerra
Asistente
- Lic. Mónica Ávalos Valladares
Corrector de estilo
- Mtra. Pia María White
Corrector de estilo idioma Inglés
- DEPARTAMENTO DE PROCESOS GRÁFICOS
Armado e impresión

CONTENIDO

INVESTIGACIÓN

Pág.

CIENCIAS AGROPECUARIAS

- **Importancia económica y competitividad de las cadenas agropecuarias en Aguascalientes, México** 5-12
Economic importance and competitiveness of agricultural chains in Aguascalientes, Mexico

Mercedes Borja Bravo
Gabriela Rodríguez Licea
Esteban Salvador Osuna Ceja
Liliana López Aguilar

- **Costos y competitividad en la producción de bovinos carne en corral en el sur del Estado de México** 13-20
Costs and competitiveness in the production of beef cattle in feedlot in the south of the State of Mexico

Juvencio Hernández Martínez
Alfredo Rebollar Rebollar
Jaime Mondragón Ancelmo
Eugenio Guzmán Soria
Samuel Rebollar Rebollar

CIENCIAS NATURALES Y EXACTAS

- **Factores climáticos, geográficos y fisiográficos que contribuyen a la distribución potencial del orégano (*Lippia spp.*) en México** 21-25
Climatic, geographic and physiographic factors that contribute to the distribution of oregano (*Lippia spp.*) in Mexico

Jesús Di Carlo Quiroz Velásquez
Martín Reyes Lara
Jesús Gerardo García Olivares
Ángel Salazar Bravo
Bianca Edith Bazán Cruz
José Luis Hernández Mendoza

- **Comportamiento poscosecha en girasol (*Helianthus annuus* L.) en función de soluciones pulso** 26-31
Postharvest behavior in sunflower (*Helianthus annuus* L.) as a function of pulse solutions

Ernesto Díaz López
Juan Manuel Loeza Corte
Irma Brena Hernández

- **Uso de la flora tradicional de la Reserva de la Biósfera El Cielo, Tamaulipas** 32-38
Use of the traditional flora of El Cielo Biosphere Reserve, Tamaulipas

Sergio Guillermo Medellín Morales
Ludivina Barrientos Lozano
Silvia del Amo Rodríguez
Pedro Almaguer Sierra
Sandra Grisell Mora Ravelo

INGENIERÍAS Y TECNOLOGÍAS

- **Análisis de corrosión en aceros con recubrimientos impacta en la competitividad en la industria metalmeccánica de Mexicali** 39-46
Corrosion analysis in coated steels impacts competitiveness in the metalmeccanic industry of Mexicali

CONTENIDO

Gustavo López Badilla
César Sánchez Ocampo
Judith Marisela Paz Delgadillo
Juan Carlos Ling López

CIENCIAS ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS

- **Estrategia de negocio, gestión de recursos humanos y desempeño organizacional** 47-53
Business strategy, human resources management and organizational performance

Carmen Berenice Ynzunza Cortés
Juan Manuel Izar Landeta

CIENCIAS SOCIALES Y HUMANIDADES

- **Propiedad industrial y licenciamiento en los Centros Conacyt** 54-63
Industrial property and licensing in the Conacyt Centers

Virginia Guadalupe López Torres
Luis Ramón Moreno Moreno
Karin Y. Bückle López
Ma. Enselmina Marín Vargas

- **La correlación del clítico SE y las preposiciones a/para en verbos de movimiento intransitivos en el español del siglo XIII** 64-72
The correlation between the clitic SE and the prepositions a/para in intransitive motion verbs of the 13th century Spanish

Cristina Eslava Heredia

- **Efecto de los factores de protección y de riesgo sobre el comportamiento suicida en estudiantes de Psicología** 73-80
Effect of protective and risk factors of suicidal behavior in students of Psychology

Diana Lucia Domínguez Mercado
Alicia Edith Herosillo de la Torre
Ma. de los Ángeles Vacío Muro

REVISIÓN CIENTÍFICA

- **El mercado de trabajo mexicano, las dificultades de la informalidad** 81-88
The Mexican labor market, the difficulties of informality

Octavio Martín Maza Díaz Cortés
Laura Elizabeth Santoyo Macías

- **Producción de pigmentos por *Monascus* spp. en medio sólido empleando residuos agroindustriales** 89-95
Pigments production by *Monascus* spp. in solid medium using agroindustrial waste

María Elena Velázquez Arellano
Juan Roberto Benavente Valdés
Jesús Antonio Morlett Chávez
Cristóbal Noé Aguilar González

OBITUARIO

- **Rodolfo Stavenhagen. *In memoriam*** 96-97

José Manuel Valenzuela Arce

RESEÑA

- **Álgebra abstracta: de grupos a preliminares de la Teoría de Galois** 98-99

Jorge Eduardo Macías Díaz

Importancia económica y competitividad de las cadenas agropecuarias en Aguascalientes, México

Economic importance and competitiveness of agricultural chains in Aguascalientes, Mexico



Mercedes Borja Bravo^{1*}, Gabriela Rodríguez Licea², Esteban Salvador Osuna Ceja³, Liliana López Aguilar⁴

Borja Bravo, M., Rodríguez Licea, G., Osuna Ceja, E. S., López Aguilar, L. Importancia económica y competitividad de las cadenas agropecuarias en Aguascalientes, México. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*. Número 69: 5-12, septiembre-diciembre 2016.

RESUMEN

El presente trabajo tuvo por objetivo determinar la importancia socioeconómica y la competitividad de las cadenas agropecuarias en Aguascalientes, México. A través de la estandarización de indicadores y de la matriz de posicionamiento estratégico se encontró evidencia empírica de que, dada la integración vertical entre la producción agrícola y pecuaria, las cadenas prioritarias y estratégicas son las de maíz, bovinos, aves y porcinos. En contraste, las de frijol, uva, avena forrajera y pastos necesitan incrementar su importancia socioeconómica, mientras las de guayaba, durazno, nopal forrajero y alfalfa verde requieren impulsar la competitividad. Las hortalizas, ovinos, caprinos y miel, resultaron menos importantes y poco competitivas; sin embargo, muestran una tendencia expansiva

Palabras clave: estandarización, indicadores, posicionamiento, políticas, competitividad, importancia socioeconómica.

Keywords: standardization, indicators, positioning, policies, competitiveness, socioeconomic importance.

Recibido: 18 de agosto de 2015, aceptado: 30 de mayo de 2016

¹ Programa de Socioeconomía, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias Campo Experimental Pabellón.

² Facultad de Economía, Universidad Autónoma del Estado de México.

³ Programa de Fertilidad de Suelos y Nutrición Vegetal, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias Campo Experimental Pabellón.

⁴ Ingeniería en Desarrollo e Innovación Empresarial, Universidad Tecnológica del Norte de Aguascalientes.

* Autor para correspondencia: borja.mercedes@inifap.gob.mx

propiciada por las políticas públicas del estado, las cuales se enfocan en cadenas que requieran un menor consumo de agua y que generen productos con mayor oportunidad de posicionarse en el mercado, principalmente el del sector agroindustrial.

ABSTRACT

The goal of this paper was to determine the socio-economic importance and competitiveness of agricultural chains in Aguascalientes, Mexico. Through standardization of indicators and the array of strategic positioning empirical evidence is found that, given the vertical integration between the agricultural and livestock production, chains and strategic priority are maize, cattle, poultry and swine. In contrast, beans, grapes, forage oats and pastures, need to increase their socio-economic importance, and the guava, peach, prickly pear and green alfalfa forage, require boost competitiveness. The vegetables, sheep, goats and honey were less important and less competitive; however, they show an expansionary trend driven by the public policies of the state, which focus on strings that require a lower water consumption and generate products with greater opportunity to position itself in the market, mainly the agro-industrial sector.

INTRODUCCIÓN

En Aguascalientes, las actividades agropecuarias representan una fuente de empleo e ingresos para la población rural, son la base de la alimentación

y tienen un efecto multiplicador sobre el sector agroindustrial. En 2013 representaron 69.3% de la superficie estatal y generaron 12,767.4 millones de pesos, de los cuales 80% representaron actividades pecuarias y 20% agrícolas. A pesar de lo anterior, la contribución del sector agropecuario del estado expresada en términos del Producto Interno Bruto (PIB) ha sido baja y decreciente, ya que pasó de 4.2% en 2003 a 3.8% en 2013; asimismo, el PIB agropecuario estatal solo contribuyó con 1.4% del PIB agropecuario nacional en 2013 y comparado con dicho indicador agropecuario de otros estados como Guanajuato, donde representó 31.4% para ese mismo año, es bajo (INEGI, 2013).

Entre los factores que explican la poca participación se encuentran la conservación de esquemas de producción y comercialización con poca tecnología, escaso financiamiento y alta dependencia climática, reflejados en la baja productividad y rentabilidad. Ante esto, las actuales políticas están impulsando la reactivación del campo y la modernización de la infraestructura a través de tres estrategias: uso eficiente del agua, incorporación de un patrón de cultivos apropiado para reducir la siniestralidad y mayor acceso a los mercados (Gobierno de Aguascalientes, 2011). Las acciones se han enfocado a proyectos agroalimentarios y de agregación de valor; no obstante, es necesario poner especial interés en las cadenas agroalimentarias con mayor impacto para el estado y potencializar el desempeño de aquellas que lo requieran.

Una cadena agroalimentaria se entiende como el proceso que sigue un producto agrícola o pecuario a través de las actividades de producción, transformación e intercambio hasta llegar a un consumidor final; en dicho proceso se incluye, también, el abasto de insumos y servicios de apoyo como son la investigación, capacitación y asistencia técnica. En México existen estudios sobre el análisis de la importancia socioeconómica y competitividad de las cadenas agroalimentarias estatales, tal es el caso de Aguirre Moreno (2010) y Sánchez Toledano et al. (2013), quienes identificaron las cadenas que requerían mayores incentivos para el desarrollo del sector agropecuario en Coahuila y Zacatecas, respectivamente. El análisis de las agrocadenas es un instrumento que permite diseñar y evaluar políticas públicas dirigidas a mejorar la competitividad, dado que a través de él se pueden planear

estratégicamente políticas orientadas a fomentar la permanencia de las cadenas agroalimentarias exitosas e identificar las que requieren inversión e innovación tecnológica para ser competitivas (Sánchez Toledano et al., 2013). Es así como el objetivo de esta investigación fue, a partir de indicadores económicos y de competitividad, identificar y priorizar las necesidades en investigación y tecnología de las cadenas agropecuarias en Aguascalientes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Dado que las cadenas agropecuarias están en función del producto primario (Gaitán et al., 2002), se aplicó el Método de Planificación del Desarrollo Tecnológico en Cadenas Agroindustriales propuesto por el Servicio Internacional para la Investigación Agrícola Nacional (Ghezán, 1999), el cual adopta el criterio de identificación de un producto genérico. Con base en lo realizado por Gaitán et al. (2002) y Aguirre Moreno (2010), se seleccionaron 11 cadenas agrícolas (maíz forrajero y grano, frijol, guayaba, avena forrajera, pastos, alfalfa verde, nopal forrajero, uva, durazno y hortalizas (lechuga, elote, chile verde, brócoli y ajo) y 7 pecuarias (aves carne, bovino leche, bovinos carne, porcinos, caprinos, ovinos y miel), las cuales se priorizaron con base en indicadores que miden: 1) la importancia socioeconómica; es decir, las características de las cadenas que las convierten en atributos importantes para ser consideradas como una actividad productiva pertinente (Sánchez Toledano et al., 2013) y 2) la competitividad, entendida como la capacidad dinámica de una cadena para mantenerse, ampliar y mejorar de manera continua y sostenida su participación en el mercado (Romero y Sepúlveda, 1999).

Indicadores de la importancia socioeconómica

Para analizar la importancia socioeconómica se consideraron los siguientes indicadores: a) Tamaño. Describe la dimensión de la cadena productiva en términos del valor de la producción y la contribución a la economía del estado; además de la aportación estatal en términos del volumen producido en el total nacional: $[(\text{valor de la producción estatal de la cadena})/(\text{valor del sector agrícola o pecuario})]*100$; y producción nacional: $[(\text{valor de la producción estatal de la cadena})/(\text{valor de la producción nacional de la cadena})]*100$; b) Dinamismo. Revela la dinámica de crecimiento del valor de la producción real y del volumen de producción, se mide con la

tasa de crecimiento media anual (TCMA) del valor de la producción y volumen de la producción (2003-2013); c) Especialización. Muestra el grado de concentración y especialización económica regional de la cadena, se identifica si la cadena estatal destaca en términos comparativos con el nivel nacional: $[(\text{Participación del valor de la producción agrícola/pecuaria})/(\text{Participación del valor de la producción del sector agropecuario nacional})]$; y d) Cobertura social. Indica la participación porcentual que tiene el total de las unidades de producción del estado en la cadena: $[(\text{número de unidades productivas por cadena})/(\text{unidades productivas del sector agrícola/pecuario})]*100$ (Gaitán et al., 2002; Aguirre Moreno, 2010).

Indicadores de la competitividad

Para analizar la competitividad se consideraron los siguientes indicadores: a) Productividad. Describe los niveles de productividad, eficiencia en el uso los factores de producción y la dinámica del crecimiento estatal y nacional de la producción, está determinado por tres indicadores: 1) productividad relativa: $[(\text{rendimiento estatal por cadena})/(\text{rendimiento nacional por cadena})]$; 2) tasa relativa de crecimiento: $[(\text{TCMA estatal}/\text{TCMA nacional})]$; y 3) el cambio en la aportación del estado a nivel nacional: $[(\text{aportación en la producción estatal, 2003-05})/(\text{aportación en la producción estatal, 2011-13})]$; b) Desempeño comercial. Permite comparar la evolución de los precios de los productores de la cadena con relación a la dinámica general y específica, se mide con los precios relativos al productor $[(\text{inflación de la cadena})/(\text{inflación del INPP})]$ y al consumidor $[(\text{inflación de la cadena}/\text{inflación del INPC})]$; c) Sustentabilidad, está integrado por un grupo de indicadores cualitativos que resumen la evaluación de 19 expertos sobre la sustentabilidad ambiental de cada una de las cadenas; los temas considerados fueron la eficiencia en uso de agua, contaminación del suelo, aire y agua, y las prácticas de conservación y captación de agua; la evaluación se realizó aplicando una escala de medición alto-medio-bajo (Gaitán et al., 2002; Aguirre Moreno, 2010). Además, se midió la erosión del suelo, estimada a partir de la metodología propuesta por Martínez Ménez (2005). Cabe destacar que dada la falta de información para calcular la sustentabilidad, en las cadenas pecuarias no se consideró este indicador; y d) Integración. Es un indicador generado a partir de información proporcionada por los expertos

a quienes se les preguntó sobre la participación del producto primario en la industria de la transformación y el mercado (cadenas comerciales y exportadores), las respuestas fueron evaluadas mediante una calificación de 1 a 10, a partir del promedio de estos dos criterios se calculó el indicador (Aguirre Moreno, 2010).

Una vez estimados los indicadores se estandarizaron y normalizaron; para ello, se asignó el valor más alto a la cadena con el mayor índice, una puntuación de uno a la cadena con el menor valor en el índice y se dividió la puntuación entre el valor máximo. Se utilizaron ponderadores que representan la contribución de cada criterio, los valores asignados se tomaron de Aguirre Moreno (2010): tamaño, 18%; dinamismo, 33%; especialización, 13%; cobertura social, 36%; productividad, 19%; sustentabilidad, 26%; desempeño comercial, 30%; e integración, 25%. Por último, se ubicó a cada cadena en cada cuadrante de la matriz de posicionamiento estratégico.

El volumen y valor de la producción, rendimiento y precio medio rural se obtuvieron del SIAP (2013); el número de unidades pecuarias y agrícolas por cultivo y especie de INEGI (2007) y el INNP e INPC de INEGI (2013). El periodo de análisis fue desde 2003 hasta 2013.

RESULTADOS

Importancia socioeconómica

De acuerdo a la Tabla 1, las cadenas de mayor tamaño (T) fueron las de guayaba, maíz forrajero, alfalfa, hortalizas, aves y bovinos leche, al tener una mayor aportación monetaria a la cadena agroalimentaria nacional y al valor de la producción estatal durante 2011-2013. En el dinamismo (D) destacaron las hortalizas, durazno, porcinos, aves y ovinos; las cuales mostraron el mayor crecimiento en volumen y valor de la producción. Las cadenas agrícolas con mayor especialización (E) fueron las de guayaba, nopal y maíz forrajero; mientras que las que no cuentan con especialización fueron las de maíz grano, frijol y pastos. La única cadena pecuaria especializada fue la de aves. Finalmente, se encontró que las cadenas con mayor cobertura social (CS) fueron las de maíz grano, frijol y bovinos leche y carne, ya que mostraron el mayor número de unidades de producción dedicadas a estas actividades.

Tabla 1. Aguascalientes: Indicadores socioeconómicos de las cadenas agropecuarias

Cadenas agrícolas					Cadenas pecuarias				
Cadena	T	D	E	CS	Cadena	T	D	E	CS
Maíz forrajero	0.91	0.27	7.1	0.45	Aves	1.00	0.71	2.1	0.14
Maíz grano	0.37	0.73	0.2	1.00	Porcinos	0.57	0.86	0.3	0.71
Frijol	0.24	0.32	0.3	0.91	Bovinos leche	0.86	0.29	0.9	1.00
Guayaba	0.96	0.36	22.2	0.73	Bovinos carne	0.71	1.00	0.3	0.86
Avena forrajera	0.37	0.68	1.0	0.36	Ovinos	0.43	0.57	0.2	0.57
Pastos	0.42	0.41	0.3	0.64	Caprino	0.14	0.14	0.1	0.43
Alfalfa verde	0.69	0.27	1.6	0.82	Miel	0.29	0.43	0.2	0.29
Nopal forrajero	0.51	0.36	12.8	0.55					
Uva	0.46	0.68	6.4	0.18					
Durazno	0.55	0.95	3.4	0.27					
Hortalizas	0.60	0.95	1.2	0.09					

Tabla 2. Aguascalientes: Indicadores de competitividad de las cadenas agropecuarias

Cadenas agrícolas					Cadenas pecuarias			
Cadena	P	DC	S	I	Cadena	P	DC	I
Maíz forrajero	0.33	2.12	0.45	0.45	Aves	0.67	0.26	0.86
Maíz grano	0.67	2.34	0.45	0.36	Bovino carne	0.76	0.25	1.00
Frijol	0.27	2.18	0.48	0.55	Bovino leche	0.62	0.34	0.71
Guayaba	0.36	1.1	0.36	0.91	Caprino	0.76	0.17	0.14
Avena forrajera	0.7	1.54	0.76	0.18	Ovino	0.52	0.19	0.29
Pastos	0.58	1.6	0.94	0.09	Porcino	0.38	0.28	0.57
Alfalfa verde	0.24	1.4	0.79	0.27	Colmena	0.29	0.3	0.43
Nopal forrajero	0.36	0.93	0.67	0.64				
Uva	0.76	1.17	0.42	0.82				
Durazno	0.91	0.58	0.39	0.73				
Hortalizas	0.82	0.76	0.30	1.00				

Competitividad

Los resultados arrojaron que todas las cadenas agropecuarias (excepto frijol) fueron productivas (P) al registrar rendimientos por encima del promedio nacional. La uva, durazno, hortalizas, maíz grano, avena forrajera, aves, bovino carne, caprinos y ovinos tuvieron un crecimiento superior al de la cadena agropecuaria nacional. Las cadenas con mayor aportación de la producción nacional fueron las de uva, durazno, hortalizas, maíz grano y avena forrajera (Tabla 2). El mejor desempeño comercial (DC) lo registraron las cadenas de frijol y maíz grano y forrajero; es decir, que los precios al productor y consumidor mostraron una dinámica de crecimiento

superior al de los precios nacionales; caso contrario ocurrió con el nopal forrajero, durazno, hortalizas y todas las cadenas pecuarias.

Las cadenas de pastos, alfalfa verde, avena y nopal forrajero mostraron mayor sustentabilidad (S); mientras que hortalizas, guayaba, uva, bovinos carne y leche y aves fueron las cadenas más integradas (I) a la agroindustria.

Priorización de las cadenas agropecuarias

En la matriz de priorización se puede identificar a las cadenas agropecuarias de prioridad estratégica para el estado con base en la importancia

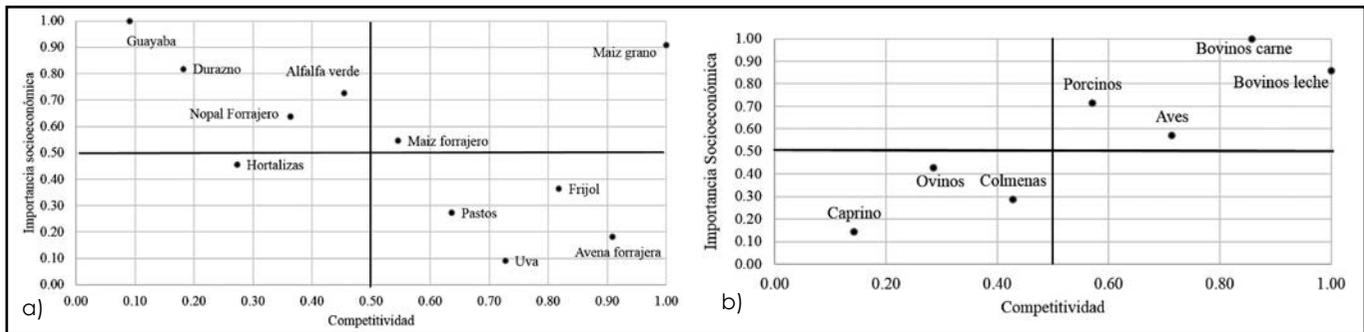


Figura 1. Aguascalientes: Matriz de priorización de las cadenas agropecuarias 2013. a) cadenas agrícolas, b) cadenas pecuarias. Elaboración propia con información obtenida en la estimación de los indicadores de las cadenas agrícolas y pecuarias.

socioeconómica y competitividad. Las cadenas de alta prioridad estratégica fueron las de maíz grano y forrajero, bovinos leche y carne, porcinos y aves (Figura 1).

DISCUSIÓN

Los indicadores muestran que existe una marcada integración entre las cadenas agrícolas y pecuarias (Figura 2), donde las primeras sostienen a las segundas, un ejemplo de ello son las cadenas de maíz forrajero y de bovinos carne y leche. El maíz forrajero es el principal insumo utilizado en la ganadería; no obstante, en los últimos diez años registró una pérdida en su dinamismo y productividad; según datos del SIAP (2013), la producción de maíz forrajero disminuyó -0.3% de 2003 a 2013 y tuvo un rendimiento menor al del promedio nacional. Existen varios factores que determinan el comportamiento de la producción de maíz forrajero, entre ellos, el elevado costo de semillas mejoradas. A lo anterior se suma el encarecimiento de los costos de producción por el incremento de los fertilizantes y menor disponibilidad de agua (Gobierno de Aguascalientes, 2011). Ante esta situación, es necesario el incremento en la generación y transferencia de tecnología que aumente la productividad del cultivo, basado en esquemas de conservación de suelo, mejor uso y aprovechamiento de agua y uso de variedades de alto rendimiento y tecnologías que permitan disminuir costos de producción.

Por su parte, el maíz grano es la cadena de mayor importancia social, representa una tradición productivo-cultural para los productores rurales y 56.5% de las unidades de producción de la entidad lo cultivan (INEGI, 2007); asimismo, el maíz grano mostró

un buen desempeño comercial, ya que durante el lapso 2003-2013 los precios pagados al productor incrementaron a una tasa anual de 9.8% (SIAP, 2013). Estas características de la cadena de maíz grano son similares a las reportadas por Sánchez Toledano et al. (2013) para el estado de Zacatecas, quienes determinaron que aun cuando existen limitantes en la productividad, especialización, alta siniestralidad en el cultivo y problemas de comercialización, la tendencia mundial a producir etanol ha provocado la reducción de la oferta y se han incrementado los precios. Para mantener esta actividad dentro de las principales cadenas estratégicas del estado es necesario implementar tecnologías que incentiven la productividad del cultivo bajo enfoques sustentables, principalmente en zonas de temporal, ya que 84% de la superficie destinada a este cultivo es bajo este sistema (SIAP, 2013).

En las cadenas de bovino carne y leche, porcinos y aves, se observó un bajo desempeño comercial provocado por los bajos precios pagados al productor, situación que es originada por las importaciones de carne y leche a menor precio que el interno y afecta el comportamiento de los precios en el mercado nacional (García Mata et al., 2004; Benítez Ramírez et al., 2010). Es así como la búsqueda de mejores precios para la carne y productos son un punto de atención inmediata que debe atenderse centrandose la investigación en el otorgamiento de valor agregado a los productos derivados y en la búsqueda de nuevos mercados que ofrezcan mejores precios.

Las cadenas de frijol, avena forrajera, pastos y uva son consideradas como cadenas de impulso porque tienen poca importancia socioeconómica pero son competitivas. Al respecto, Sánchez Toledano

et al. (2013) señalaron que estas cadenas podrían ser estratégicas en el desarrollo del sector agrícola, a través de políticas orientadas a incrementar los indicadores económicos y sociales.

La cadena de frijol fue la segunda más importante socialmente y en desempeño comercial; además, es un producto estratégico de la canasta básica, por lo que requiere mejorar su tamaño, dinamismo, especialización, productividad, sustentabilidad e integración. Específicamente, la transferencia de tecnología coadyuvaría a optimizar el aprovechamiento del agua, la conservación de suelos, control de plagas e incremento en el uso de variedades con alta preferencia por el consumidor, las cuales según Rodríguez Licea et al. (2010) son pinto, flor de mayo y flor de junio. En el caso de forrajes, la prapicultura representa una alternativa sustentable, por lo que con el objetivo de lograr un mayor encadenamiento con las cadenas de carne y leche, la investigación se debe orientar a la introducción de gramíneas que sean compatibles con las condiciones agroclimáticas.

La guayaba, durazno, alfalfa verde y nopal forrajero se ubicaron como cadenas de sostenimiento, caracterizadas por su alta importancia socioeconómica y baja competitividad. La guayaba es la cadena de mayor importancia socioeconómica para Aguascalientes, se caracteriza por ser la de mayor tamaño, especialización y con una importante cobertura social, además de ser una cadena productiva e integrada al mercado internacional y a la industria; sin embargo, demostró un bajo dinamismo, bajo desempeño comercial y poca sustentabilidad. A partir de la década de los noventa la cadena de guayaba comenzó a perder competitividad en el mercado nacional, lo que trajo como consecuencia que la participación de la producción estatal en el mercado nacional pasara de 38% en 2001 a 32% en 2013 (SIAP, 2013). Según Rojas et al. (2000), los cambios tecnológicos son una alternativa para mejorar los índices de competitividad, razón por la cual la investigación se deberá centrar en introducir paquetes tecnológicos integrales que incrementen la productividad y permitan la generación de nuevas variedades que puedan cubrir el mercado fresco y agroindustrial a nivel nacional e internacional.

Una cadena de atención es la de nopal forrajero, ya que Aguascalientes aporta 23.61% de

la producción nacional (SIAP, 2013). Esta cadena puede ser una alternativa en la producción de ganado, principalmente en los periodos de sequía prolongados; por tal motivo se requieren estrategias enfocadas a la expansión de la producción y a la investigación y transferencia de tecnología para la elaboración de dietas basadas en nopal. En el caso del durazno, el dinamismo en el crecimiento y la productividad lo posicionaron como cadena con potencial para convertirse en estratégica; no obstante, la poca cobertura social, los bajos precios en el mercado y la producción no sustentable son aspectos que deben subsanarse introduciendo tecnologías que contribuyan a optimizar el uso del agua. Es importante la investigación de mercados para identificar nichos de consumo de durazno fresco o con valor agregado insatisfechos en los que los productores tengan oportunidad de obtener mejores precios.

Finalmente, las hortalizas, miel, caprinos y ovinos se ubicaron como las cadenas con baja competitividad e importancia socioeconómica; las cuales además de ser consideradas como cadenas de mantenimiento para el estado, representan una alternativa para aprovechar los recursos y generar ingresos a los productores (Sánchez Toledano et al., 2013). Actualmente, en el estado se promueve la producción ovino-caprina, la cual demanda pocas cantidades de agua; sin embargo, los productores cuentan con poca experiencia en esta actividad, lo que representa una oportunidad para generar paquetes tecnológicos enfocados al manejo de estas especies.

Derivado de la productividad, especialización e integración, las hortalizas han registrado un importante crecimiento, se producen mayoritariamente a campo abierto; en 2013 la entidad solamente contaba con 87.1 ha de invernaderos (SEDRAE, 2013). Sin embargo, hoy día se está buscando diversificar la producción de hortalizas y los horticultores están explorando opciones de cultivos de mayor rentabilidad, como el espárrago. En atención a las nuevas tendencias, se debe impulsar el desarrollo tecnológico que cubra las necesidades de los cultivos recién explorados, al mismo tiempo se deben eficientizar los sistemas productivos de riego que ya existen a través de la adopción de tecnología propia para la agricultura protegida.

CONCLUSIONES

El posicionamiento estratégico de las cadenas indicó que el maíz grano y forrajero dentro de la agricultura, bovinos de leche y de carne, aves y porcinos dentro del subsector pecuario son las cadenas prioritarias del estado. En contraste, las cadenas de frijol, uva, avena forrajera y pastos, requieren incrementar su importancia socioeconómica; mientras que las de guayaba, durazno, nopal forrajero y alfalfa verde, requieren incentivar la competitividad. Finalmente, las hortalizas, ovinos, caprinos y miel resultaron menos importantes para el estado y poco competitivas; sin embargo, muestran una tendencia expansiva propiciada por las políticas públicas del gobierno estatal, que se enfocan en la búsqueda de actividades agropecuarias que requieran un menor consumo de agua y generen productos con mayor oportunidad de posicionarse en el mercado, principalmente el del sector agroindustrial.



Figura 2. Cadenas agropecuarias de Aguascalientes. Fotografías tomadas por Mercedes Borja Bravo.

LITERATURA CITADA

- AGUIRRE MORENO, V. J. et al. (Coords.). *COAHUILA 2010. Diagnóstico de la problemática y oportunidades de desarrollo del sector rural de Coahuila*. Coahuila, México: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 34 pp., 2010.
- BENÍTEZ RAMÍREZ, J. G. et al. Determinación de los factores que afectan el mercado de carne bovina en México. *Agrociencia*, 44(1): 109-119, 2010.
- GAITÁN, J. et al. *Programa estratégico de necesidades de investigación y transferencia de tecnología en Coahuila. Reporte Fase I: Recolección de información e identificación de cadenas productivas prioritarias*. México: ITESM-COFUPRO-SAGARPA-Fundación Produce Coahuila, A. C. 93 pp., 2002.
- GARCÍA MATA, R. et al. Modelo econométrico para determinar los factores que afectan el mercado de la carne de porcino en México. *Interciencia*, 29(8): 414-420, 2004.
- GHEZÁN, G. et al. *Análisis prospectivo de la demanda tecnológica en el sistema agroindustrial*. La Haya, Países Bajos: ISNAR (SERVICIO INTERNACIONAL PARA LA INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA NACIONAL), 1999.
- GOBIERNO DE AGUASCALIENTES. *Programa Sectorial de Desarrollo Económico 2010-2016*. Aguascalientes, México: Autor, 275 pp., 2011.
- MARTÍNEZ MÉNEZ, M. *Estimación de la erosión del suelo* [Presentación en pdf]. México: SAGARPA (SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL, PESCA Y ALIMENTACIÓN)-INCA RURAL-COP. 8 pp., 2005.
- RODRÍGUEZ LICEA, G. et al. Preferencias del consumidor de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en México: factores y características que influyen en la decisión de compra diferenciada por tipo y variedad. *Paradigma Económico*, 2(1): 121-145, 2010.

- ROJAS, P. et al. *Algunos ejemplos de cómo medir la competitividad*. Cuaderno Técnico No. 14. San José, Costa Rica: IICA. 49 pp., 2000.
 - ROMERO, S. y SEPÚLVEDA, S. *Territorio, agricultura y competitividad*. Cuaderno Técnico No. 10. San José, Costa Rica: IICA. 11 pp., 1999.
 - SÁNCHEZ TOLEDANO, B. I. et al. Estructura económica competitiva del sector agropecuario de Zacatecas: un análisis por agrocadenas. *Revista Mexicana de Agronegocios*, XVII(33): 552-563, 2013.
- De páginas electrónicas**
- INEGI (INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA). *Banco de información económica*. México: Autor, 2013. Recuperado en febrero de 2015, de <http://www.inegi.org.mx/sistemas/bie/>
 - INEGI (INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA). *Censo agrícola, ganadero y forestal 2007: resultados agrícolas por estado (Aguascalientes)*. México: Autor, 2007. Recuperado en abril de 2015, de <http://www.inegi.org.mx/>
 - SEDRAE (SECRETARÍA DE DESARROLLO RURAL Y AGROEMPRESARIAL). *Reporte de agricultura protegida. Aguascalientes, México*. México: Autor, 2013. Recuperado en junio de 2015, de <http://www.aguascalientes.gob.mx/sedrae/>
 - SIAP (SERVICIO DE INFORMACIÓN AGROALIMENTARIA Y PESQUERA). *Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (SIACON), 1980-2013*. Autor, 2013. Recuperado en abril de 2015, de <http://www.siap.gob.mx/asiacon2012parcialasiacon-zip/>

Costos y competitividad en la producción de bovinos carne en corral en el sur del Estado de México

Costs and competitiveness in the production of beef cattle in feedlot in the south of the State of Mexico



Juvencio Hernández Martínez¹, Alfredo Rebollar Rebollar², Jaime Mondragón Ancelmo², Eugenio Guzmán Soria³, Samuel Rebollar Rebollar^{2*}

Hernández Martínez, J., Rebollar Rebollar, A., Mondragón Ancelmo, J., Guzmán Soria, E., Rebollar Rebollar, S. Costos y competitividad en la producción de bovinos carne en corral en el sur del Estado de México. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*. Número 69: 13-20, septiembre-diciembre 2016.

RESUMEN

La presente investigación se realizó en el sur del Estado de México durante el periodo comprendido desde enero hasta junio de 2014. Se basó en información proveniente de 40 productores de ganado en corral, estratificados en pequeños, medianos y grandes, en donde se obtuvieron datos de ingresos y costos de producción. El objetivo de este trabajo fue analizar los costos y la competitividad de la producción bovina engordada en corral mediante la metodología de la matriz de análisis de política. Los tres tipos de productores presentaron un coeficiente de rentabilidad privada, que variaron de 10.77% a 15.40%. Las relaciones de costo privado se situaron entre 0.51 y 0.52, lo que sugiere una alta competitividad y, por tanto, permitió pagar los factores internos, incluso la tasa de retorno normal del capital, lo que dejó un margen de ganancia positivo, por lo que la actividad fue rentable y competitiva.

Palabras clave: ganancia neta, indicadores de competitividad y rentabilidad, producción bovina, rentabilidad privada.

Keywords: net profit, competitiveness and profitability indicators, cattle production, private profit.

Recibido: 3 de septiembre de 2015, aceptado: 18 de julio de 2016

¹ Centro Universitario UAEM Texcoco, Universidad Autónoma del Estado de México.

² Centro Universitario UAEM Temascaltepec, Universidad Autónoma del Estado de México.

³ Instituto Tecnológico de Celaya, Guanajuato.

* Autor para correspondencia: samrere@hotmail.com, srebollar@uaemex.mx

ABSTRACT

This research was conducted in the southern State of Mexico during the period January to June 2014. It was based on information from 40 producers of cattle in feedlots, stratified in small, medium and large, where data were obtained from income and production costs. The objective of this study was to analyze production costs and competitiveness of beef production fattened in feedlots using the methodology of the policy analysis matrix. The three types of producers presented a coefficient of private profitability, which ranged from 10.77% to 15.40%. Relations private cost ranged between 0.51 and 0.52, suggesting a highly competitive, and therefore allowed to pay domestic factors, including the normal rate of return on capital, leaving a margin of positive gain, so the activity was profitable and competitive.

INTRODUCCIÓN

En México se destinan cerca de 110 millones de ha a la actividad ganadera, lo que representa alrededor de 60% del territorio nacional (FIRA, 2010), el cual incluye 1.40 millones de ranchos, corrales de engorda, empresas integrales y otras unidades económicas dedicadas principalmente a la producción de ganado bovino, en la que los sistemas de producción van desde los más altamente tecnificados e integrados hasta los tradicionales (Hernández Martínez et al., 2011). Este sector ha sido sustento para el desarrollo nacional, ya que proporciona alimentos y materias primas, divisas,

empleos, además de que distribuye ingresos en el sector rural (Rebollar Rebollar et al., 2011).

La ganadería para carne empieza con el proceso de crianza del ganado bovino y finaliza con la engorda de las vaquillas o becerros que son destinados al mercado; posteriormente, el proceso de transformación se lleva a cabo en donde se realiza el sacrificio obteniendo la carne en canal (FIRA, 2010). Se estima que alrededor de 35% de la producción de carne de bovino en México procede de corrales de engorda (Rebollar Rebollar et al., 2011).

En 2013, los principales productores de carne bovino en canal fueron: Veracruz (13.70%), Jalisco (11.40%), Chiapas (6.60%), Sinaloa (5.20%) y Chihuahua (4.30%), que en conjunto aportaron 45.60% del total nacional (SIAP, 2015). El Estado de México participó con un volumen de 83.90,000 t, equivalente a 2.50% de la producción nacional.

A nivel de Distrito de Desarrollo Rural (DDR), el DDR 076 de Tejupilco, Estado de México, reportó una producción de 14,830 t, concentrándose en los municipios de Tejupilco (26.50%), Tlatlaya (19.40%), Amatepec (17.70%), Luvianos (15.70%), Tejupilco (15%), Temascaltepec (14.60%) y San Simón de Guerrero (6.10%), que contribuyeron con 17.70 % del total estatal (SIAP, 2015). En este Distrito los sistemas de finalización de bovinos en corrales de engorda se realizan, principalmente, en explotaciones de tamaño mediano a pequeño, y la alimentación se basa en raciones de baja calidad nutricional y poco balanceadas, que se traducen en ganancias diarias de peso de aproximadamente 1.90 kg/d; además la mayoría de los productores no realizan registros sobre ingresos y costos de su actividad (Posadas Domínguez et al., 2009).

El objetivo de esta investigación fue analizar la competitividad del sistema de engorda de bovinos en corral en la región sur del Estado de México, mediante la matriz de análisis de política (MAP), con lo que se podrán establecer estrategias que faciliten a los productores aumentar su eficiencia y competitividad; la hipótesis que sustenta este trabajo es la existencia de una rentabilidad privada positiva y las relaciones de costo privado menores a la unidad, por lo que esta actividad es rentable y competitiva.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó de enero a junio de 2014, en el DDR 076 Tejupilco, Estado de México, de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA); dicho DDR incluye los municipios de Temascaltepec, San Simón de Guerrero, Tejupilco, Luvianos, Amatepec y Tlatlaya. La información provino de una encuesta dirigida (Cochran, 1984) a 40 engordadores, de un total de 60, miembros de la Unión Ganadera Regional del sur del Estado de México; quienes manifestaron disposición para proporcionar información sobre sus ingresos y costos de actividad productiva.

La estratificación de las unidades de producción seleccionadas se realizó con base en escalas (pequeños, medianos y grandes), que considera al número de animales engordados por productor. En pequeña escala están los engordadores con menos de 20 cabezas, los medianos de 20 a 49 y los grandes de 50 a 100 (Rebollar Rebollar et al., 2011). En el estrato de los pequeños se incluyeron 15 productores, en los medianos 18 y 7 en los grandes. Los parámetros productivos y técnicos del sistema de producción, precios, ingresos y costos, además de los coeficientes técnicos, se obtuvieron en campo y se validaron con comercializadores de alimentos balanceados y farmacéuticos (Lara Covarrubias et al., 2003; Hernández Martínez et al., 2008; Rebollar Rebollar et al., 2011).

La metodología utilizada en esta investigación fue la matriz de análisis de política (MAP), esta matriz está diseñada para identificar y cuantificar efectos de fallas de mercado y de distorsiones de política sobre precios existentes en un sistema productivo (Monke y Pearson, 1989). La MAP contiene tres filas (Tabla 1): la primera contiene los ingresos, costos y rentabilidad, medidos en precios privados; los precios privados son aquellos que, realmente, recibe o paga el productor en su actividad productiva. La segunda fila presenta los ingresos, costos y rentabilidad, medidos en precios sociales (o precios sombra). La tercera fila muestra las diferencias entre cifras de las dos primeras filas y refleja el nivel de transferencias dentro del sistema (SEPSA/FAO, 2006).

En este trabajo solamente se utilizó la información correspondiente a la primera fila, que es el presupuesto privado. En la construcción de la MAP fue necesario elaborar matrices de coeficientes técnicos,

Tabla 1. Estructura de la matriz de análisis de política

Concepto	Ingresos totales	Costos de producción		Ganancias
		Insumos comerciables e indirectamente comerciables	Factores internos	
Precios privados	A	B	C	D
Precios económicos	E	F	G	H
Efectos de política	I	J	K	L

Elaboración propia.

de precios de los insumos (comerciables e indirectamente comerciables), de factores internos de producción, de presupuesto y de coeficientes auxiliares.

La información se organizó y capturó en una hoja de cálculo mediante tres matrices divididas a su vez en dos apartados, insumos comerciables e indirectamente comerciables, que son bienes que se pueden importar y exportar, y los factores internos, que son bienes que no pueden comercializarse a nivel internacional. La matriz de coeficientes técnicos permitió cuantificar la tecnología de producción en cantidades de insumos, la matriz de precios privados identificó los precios que pagó y recibió, efectivamente, el productor por unidad de insumos y productos durante su proceso de producción. La matriz de presupuesto privado fue el resultado de la multiplicación de las dos anteriores, con lo que se calculó el costo de producción por componente (costo de los insumos comerciables y no comerciables y el costo de los factores internos); de esta última matriz se derivaron los análisis de ingreso y de costos, así como los principales indicadores de rentabilidad y competitividad (Tabla 2).

Rentabilidad privada o ganancia (D)

La ganancia (D) o rentabilidad privada es la retribución a la disposición del productor para administrar recursos y aceptar un riesgo (SEPSA/FAO, 2006). Es decir, es aquella rentabilidad que, efectivamente, reciben los productores como resultado de su actividad productiva, al restar sus costos de producción, que incluyen los insumos comerciables, los indirectamente comerciables y factores internos (B + C) a sus ingresos (A) (Monke y Pearson, 1989). Una rentabilidad privada positiva significa que se es competitivo en esa actividad, lo que significa que se está obteniendo una rentabilidad superior a la normal (Hernández Martínez et al., 2008). Si las ganancias privadas son negativas, es posible que los productores abandonen esta actividad.

Tabla 2. Indicadores de rentabilidad y competitividad a precios privados

Indicador	Variables
Rentabilidad privada o ganancia	$D = A - B - C$
Coeficiente de rentabilidad privada	$CRP = D / (B + C)$
Relación del costo privado	$RCP = C / (A - B)$
Valor agregado a precios privados	$VAPP = (A - B)$
Consumo intermedio en el ingreso total	$CIIT = B/A$
Valor agregado en el ingreso total	$VAIT = (A - B)/A$

Elaboración propia.

Coeficiente de rentabilidad privada (CRP) y relación de costo privado (RCP)

El CRP se utiliza para conocer la proporción del ingreso extraordinario o adicional que recibe el productor por cada peso invertido, se obtiene al dividir la ganancia entre los costos de producción. La RCP señala el límite donde el sistema de producción, en términos de eficiencia, puede sostener el pago de los factores internos (incluyendo el retorno normal del capital); es decir, cuando la diferencia $(A - B - C) = D = 0$ (Hernández Martínez et al., 2008). Si la RCP < 1, el productor es competitivo y recibe ganancias extraordinarias; dado que después de remunerar a los factores de la producción, tanto propios como contratados, queda un residuo en el valor agregado. Si la RCP = 1, no se generan ganancias extraordinarias; entonces el productor paga, solamente, los factores de la producción. Si la RCP > 1 o RCP < 0 implica que el sistema productivo no permite pagar el valor de mercado de los factores internos, además de que la ganancia resulta negativa, la actividad no es redituable y no es competitivo (Sosa Montes et al., 2000).

Valor agregado a precios privados (VAPP), consumo intermedio en el ingreso total (CIIT) y valor agregado en el ingreso total (VAIT)

El VAPP es el monto que permanece en el ingreso recibido después de haber pagado el costo de los insumos comerciables y no comerciables, sin tener en cuenta el costo de los factores internos. El CIIT son todas aquellas erogaciones destinadas a la adquisición de insumos indispensables en otros sectores de la economía. El VAIT es la remuneración de los factores internos de la producción, así como la ganancia que obtiene el productor; su valor refleja el efecto del sistema de producción hacia el interior del propio sector productivo.

RESULTADOS

En el sur del Estado de México se estima que una alta proporción del consumo regional de carne de bovino se cubre por el sistema de engorda en corral. Este sistema de producción se caracteriza porque mantiene a los animales en confinamiento por un periodo de 90 a 120 días, con una mínima inversión en infraestructura y mano de obra.

Los corrales de engorda se construyen con cercas de materiales rústicos de la misma región, tales como postes de madera, alambre de púas u otro material de desecho; los comederos, en su mayoría, son de madera de pino y de lámina de acero inoxidable; los bebederos son de tabique y cemento, a veces los construyen los propietarios de las engordas con tablas de madera y demás material rústico; mientras que los embarcaderos están hechos de postes, tablas de madera, piedra y cemento; el almacén se construye de tabique y techo de lámina de asbesto.

El ganado para engorda se adquirió en plazas públicas o tianguis regionales de ganado a un precio que fluctuó entre 27 \$/kg y 28 \$/kg en pie, con una edad de 12 y 18 meses de edad y un peso vivo (PV) de 255 a 330 kg. Los machos adquiridos fueron cruza de Charolais X Suizo, Simmental X Suizo y Cebú X Suizo. La engorda del ganado se basó en dietas preparadas por el productor, con ingredientes como maíz molido (30%), sorgo (18%), salvado (10%), pollinaza (10%), zacate de maíz (20%), soya (2%), alimento comercial (8%) y sales minerales (2%). El costo del kg de alimento preparado varió entre 4.50 y 4.80 pesos, nivel inferior al costo del alimento balanceado comercial, que se situó en 5.50.

El tiempo de engorda se efectuó entre 95 y 110 d y la ganancia promedio en kg por día fue de alrededor de 2.04 kg. La venta del ganado ocurrió cuando el mismo alcanzó un peso entre 445 y 530 kg y se vendió a un precio promedio de 30 pesos en pie en corral a acopiadores regionales y, en menor proporción, a carniceros locales.

Costos de producción privados

La estructura de costos de producción a nivel privado para un kg de carne en pie se constituyó, en su mayor parte, por el valor de los insumos comerciables, seguido por factores internos y, finalmente, el de los insumos indirectamente comerciables. El costo del alimento y mano de obra abarcó los mayores porcentajes del precio total en los tres estratos de productores; 83.62%, 82.26% y 79.14% y la mano de obra de 7.87%, 9.68% y 7.49%. El resto de los costos, que representan aproximadamente 10% del costo total, mismo que incluyó medicamentos, agua, fletes y maniobras, así como equipos e instalaciones, indica una limitada tecnología utilizada en esta actividad productiva (Tabla 3).

El costo promedio total de producción para los productores pequeños fue de 27.08 \$/kg en pie, mientras que para los medianos y grandes fue de 26.78 \$/kg y de 26 \$/kg. Los costos variables estuvieron representados en alrededor de 90% con respecto al costo total en los tres estratos, donde en términos absolutos la escala de los pequeños productores registró un costo variable promedio de 24.83 \$/kg, de los medianos 24.16 \$/kg y de los grandes 23.35 \$/kg. El costo fijo para los pequeños productores representó cerca de 8.31% del costo total, lo que en términos absolutos fue 2.25 \$/kg, mientras que en los medianos y grandes fue de 2.62 \$/kg (Tabla 4).

Ingreso y ganancia neta

El precio unitario del kg de carne en pie fluctuó entre 28.50 y 32.50 \$/kg, con un promedio de \$30.00, con una diferencia de \$3.50 entre el mínimo y el máximo. En los tres tipos de productores se presentaron ganancias netas positivas; pero en menor cantidad en la pequeña. En el estrato pequeño fue de 2.92 \$/kg, en los medianos y grandes fue de 3.22 y 4 \$/kg de carne, cada uno (Tabla 4).

Coefficiente de rentabilidad privada (CRP)

En los tres tipos de productores se observó que por cada peso invertido el engordador obtuvo un ingreso adicional debido al manejo eficiente de los insu-

Tabla 3. Costos de producción de bovinos en corral en el sur del Estado de México en 2014. Absoluto (\$/kg de carne) y relativo (%)

Concepto	Pequeños		Medianos		Grandes	
	(\$/kg)	(%)	(\$/kg)	(%)	(\$/kg)	(%)
Insumos comerciables	24.29	89.68	23.46	87.61	22.43	86.28
Alimentación	23.35	86.21	22.30	83.28	20.67	79.51
Vitaminas	0.10	0.37	0.15	0.57	0.26	1.01
Desparasitantes	0.08	0.28	0.18	0.68	0.23	0.88
Materiales diversos (jeringas, palas, carretillas, azadones)	0.16	0.58	0.41	1.54	0.49	1.88
Combustible	0.61	2.25	0.41	1.54	0.78	2.99
Factores internos	2.43	8.96	2.69	10.05	3.17	12.21
Mano de obra	1.74	6.42	1.98	7.39	2.05	7.89
Agua	0.15	0.55	0.01	0.05	0.18	0.69
Documento de propiedad	0.25	0.92	0.43	1.60	0.26	1.00
Uso de báscula	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.24
Fletes y maniobras	0.29	1.08	0.27	1.01	0.62	2.38
Insumos indirectamente comerciables	0.37	1.35	0.63	2.34	0.39	1.51
Vehículos	0.00	0.00	0.14	0.54	0.04	0.16
Cercas	0.09	0.34	0.30	1.11	0.15	0.58
Comederos	0.04	0.14	0.04	0.16	0.15	0.58
Bebederos	0.08	0.29	0.01	0.06	0.02	0.06
Embarcaderos	0.00	0.00	0.06	0.21	0.01	0.05
Bodegas	0.16	0.59	0.07	0.28	0.02	0.09
Costo por engorda	27.08	100.00	26.78	100.00	26.00	100.00
Ingreso	30.00		30.00		30.00	
Ganancia	2.92		3.22		4.00	

Elaboración propia.

Tabla 4. Estructura de costos, ingresos y ganancias por tamaño de productores en el sur del Estado de México en 2014 (\$/kg de carne) y (%)

Concepto	Pequeños		Medianos		Grandes	
	(\$/kg de carne)	(%)	(\$/kg de carne)	(%)	(\$/kg de carne)	(%)
Costo total	27.08	100.00	26.78	100.00	25.97	100.00
Costos variables	24.83	91.69	24.16	90.22	23.35	89.90
Costos fijos	2.25	8.31	2.62	9.78	2.62	10.10
Ingreso total	30.00		30.00		30.00	
Ganancia neta	2.92		3.22		4.00	

mos variables, calidad del ganado y mercado de destino. Para los productores pequeños fue el más bajo con un valor de 10.77% por cada peso invertido, para los medianos 12.04% y para los grandes 15.40% (Tabla 5).

Relación de costo privado (RCP)

Los tres tipos de escalas de engordadores tuvieron una RCP mayor a cero pero menor a uno, lo cual indicó que estos productores son competitivos y reciben ganancias extraordinarias. Las RCP de los tres estratos son muy similares, ya que se ubicaron entre 0.51 y 0.52 (Tabla 5).

Tabla 5. Resumen del presupuesto a precios privados o de mercado por tamaño de productores en el sur del Estado de México en 2014

Concepto	Pequeños	Medianos	Grandes
Ganancia (\$/kg de carne en pie)	2.92	3.22	4.00
Coefficiente de rentabilidad privada (%/peso invertido)	10.77	12.04	15.40
Relación del costo privado	0.51	0.52	0.51
Valor agregado a precios privados (\$)	5.34	5.91	7.18
Consumo intermedio en el ingreso total (%)	82	80	76
Valor agregado en el ingreso total (%)	18	20	24

Elaboración propia.

Valor agregado a precios privados (VAPP)

En los tres tipos de productores existió un remanente en el ingreso total después de haber cubierto el costo de los insumos comerciables y no comerciables por la venta de un kg de carne en pie. Es decir, en el estrato de los productores pequeños, después de pagar el costo de los insumos, hubo un diferencial en el ingreso recibido por la venta de 1 kg de carne de 5.34 \$/kg, necesario para el pago de mano de obra y la ganancia del productor, cantidad que fue menor con respecto a los medianos y grandes (5.91 y 7.18 \$/kg). Esa diferencia de valores se debió a que el costo de los insumos comerciables y los indirectamente comerciables de los pequeños productores (24.66 \$/kg) fue mayor que el de los medianos y grandes (24.09 y 22.82 \$/kg) (Tabla 5).

Valor agregado en el ingreso total (VAIT)

El VAITP varió de 18 a 24% con respecto al ingreso total, lo que significa la mínima participación en la generación de empleo de esta actividad productiva en la región, ese porcentaje se utilizó para el pago o remuneración de factores internos de la producción (mano de obra y agua principalmente), así como la ganancia del productor, de tal manera que este valor refleja el efecto del sistema de producción hacia el interior del propio sistema (Tabla 5).

Consumo intermedio en el ingreso total (CIIT)

Este indicador se ubicó entre 76 y 82%, lo que indica que la mayor parte del ingreso generado por esta actividad no se queda en la región, sino que se va hacia otro sector de la economía por concepto de adquisición de insumos comerciables, principalmente alimento. El valor más elevado en los pequeños productores indica que disponen de una mayor proporción de su ingreso para la compra de alimento en relación con los productores medianos y grandes (Tabla 5).

DISCUSIÓN

En la región sur del Estado de México la producción de ganado bovino para engorda se obtiene principalmente de la ganadería semiextensiva; sin embargo, la producción de carne de ganado bovino engordado en corral es un sistema que está empezando a cobrar importancia y abastece una buena proporción de carne en esa zona (Posadas Domínguez et al., 2009). Por su parte, Rebollar Rebollar et al. (2011) señalan que esto se debe al bajo costo de producción, ya que en este proceso productivo la infraestructura que se utiliza es de materiales e insumos de la región (Figura 1).

En este trabajo los costos de producción se situaron entre 25.97 y 27.08 \$/kg, el más elevado fue para los productores pequeños y el más bajo para productores grandes; comportamiento similar a lo reportado por Rebollar Rebollar et al. (2011) e indicó para 2009 una oscilación entre 7.87 \$/kg y 20.09 \$/kg. La disminución de los costos, a medida que aumenta el tamaño de hatos, obedece a la diferencia en productividad que existe entre estratos, la cual al ser mayor con el tamaño de la explotación provoca que el costo unitario sea menor (Gamboa Mena et al., 2005; Rebollar Rebollar et al., 2011).

Los costos de producción se integraron en su mayor parte por insumos comerciables, mismos que abarcaron entre 86.28 y 89.68% de los costos totales de producción, en donde el rubro alimentación representó entre 79.51 y 86.21% de ese total; estos porcentajes difieren de los estimados por Rebollar Rebollar et al. (2011) que fluctuaron entre 85.32% y 86.12%, en que la alimentación tuvo una participación de 79.14% y 83.62%. La alta injerencia de la alimentación dentro de la estructura de costos indica la importancia que tiene en esta actividad productiva

y que su análisis es fundamental en la elaboración de estrategias en el manejo de la alimentación del ganado, al optimizar el uso de estos insumos y con ello lograr ganancias aceptables que abonen a que estos sistemas de producción sean rentables y sostenibles (Posadas Domínguez et al., 2009).

En la estructura de costos de este trabajo, los variables tuvieron una participación entre 89.90 y 91.69%, mientras que el porcentaje restante fueron costos fijos; esta proporción de costos variables fue menor en comparación con los estimados por Rebollar Rebollar et al. (2011), los cuales se situaron entre 93.55% y 96.39%; mientras que Gamboa et al. (2005) estimaron para Yucatán costos variables que fluctuaron de 87.3% a 94%, dejando el resto para los costos fijos. Los resultados analizados indican la poca participación del costo fijo en la producción bovina bajo este sistema, lo que refleja una limitada inversión en infraestructura y en tecnología en su producción (Gamboa Mena et al., 2005; Rebollar Rebollar et al., 2011).

En el presente estudio las ganancias de los productores fluctuaron entre 2.92 y 4.00 \$/kg, destacan las ganancias mayores en los productores grandes y las menores en productores pequeños; comportamiento similar, aunque con valores diferentes, fueron las ganancias que reportaron Rebollar Rebollar et al. (2011) para 2009, los cuales variaron entre 0.91 y 2.84 \$/kg. Por su parte, Guevara et al. (2013) en una explotación intensiva de ganado bovino en Chiapas encontraron ganancias de alrededor de 3.00 \$/kg y señalaron que se trata de sistemas de producción ganadera sostenibles en esa zona de estudio. En el caso particular del sur del Estado de México las ganancias elevadas que tuvieron los productores grandes se debió principalmente a que en la comercialización de su ganado han mostrado una gran capacidad en la negociación del precio de venta del ganado en pie (Rebollar Rebollar et al., 2011). Además, en el proceso productivo tienen la ventaja de que cuentan con el equipo necesario para elaborar sus dietas (Posadas Domínguez et al., 2009) y, al mismo tiempo, en la compra de los insumos, la realizan adquiriendo grandes volúmenes, con lo que logran mejores precios de la materia prima.

En relación con el coeficiente de rentabilidad privada, en este trabajo se encontró que las ganancias por pesos invertidos fluctuaron entre 10.77 y 15.40% y fue más elevado en el estrato de productores grandes, tendencia similar a la que



Figura 1. Engorda de bovinos en corral en el sur del Estado de México. Fotografía tomada por Samuel Rebollar Rebollar.

estimaron Rebollar Rebollar et al. (2011), entre 4.68 y 16.34%; sin embargo, difiere con González Pérez y Gómez Monge (2014) en Michoacán, de 23 y 30 centavos por peso invertido, nivel elevado con relación al que se obtuvo en este trabajo. Ello puede deberse a la ventaja del sistema silvapastoril intensivo que radica en que el costo de producir alimentación para los bovinos es bajo por el uso de follajes naturales de pastoreo, de allí su alta rentabilidad (González Pérez y Gómez Monge, 2014).

En la presente investigación las relaciones de costo privado (RCP) de los tres tipos de productos oscilaron entre 0.51 y 0.52, niveles menores a los que obtuvieron Rebollar Rebollar et al. (2011), que se situaron entre 0.50 y 0.79; esta baja en los valores de la RCP significa un aumento de la competitividad (Monke y Pearson, 1989; Hernández Martínez et al., 2008). Por su parte, González Pérez y Gómez Monge (2014) encontraron en el sistema silvapastoril intensivo una RCP que varió entre 0.40 y 0.50; este último valor es similar a las estimaciones obtenidas en esta contribución, lo que indica una alta competitividad.

Con respecto al valor agregado cuantificado, osciló entre 18 y 24%, el consumo intermedio tuvo valores de 76 y 88%, mientras que para estos mismos conceptos Rebollar Rebollar et al. (2011) reportaron entre 15 y 23% y entre 77 y 85%; en tanto que González Pérez y Gómez Monge (2014) ubicaron el consumo intermedio en 61%. Los bajos porcentajes de valor agregado y el alto consumo intermedio indican la poca participación en la generación de empleo sectorial, así como una gran dependencia de los otros sectores de la economía, principalmente en la

compra de insumos comerciables e indirectamente comerciables.

CONCLUSIONES

Las relaciones de costo privado (RCP) en los tres estratos de productores de ganado bovino engordado en el sur del Estado de México se ubicaron en valores que indicaron una alta competitividad, lo que significa que los mismos tuvieron un mayor ingreso recibido por la venta de su producto y un menor costo de obtención en su actividad productiva. Con lo anterior se asegura que la ganancia y rentabilidad privadas de los productores fueron positivas, situación que fortaleció la eficiencia y competitividad, por lo que este sistema es una opción productiva sostenible en esta región de la entidad.

El bajo valor agregado (VAPP) generado en esta actividad, así como el alto consumo intermedio que se tiene en este sistema de producción, demandan establecer estrategias que procuren disminuir esta tendencia. El aumento del valor agregado se logrará únicamente a través del establecimiento

de actividades que conduzcan a la transformación industrial del producto; en tanto que para auxiliar la disminución del alto consumo intermedio se tendrán que introducir programas regionales que promuevan la generación local de insumos, como producción de sorgo, insumo importante utilizado en la elaboración de dietas, con lo que disminuirá la transferencia de valor hacia otros sectores económicos fuera de la región.

Finalmente, la engorda de ganado bovino en corral en la región sur del Estado de México continúa siendo una actividad rentable y competitiva debido a los altos ingresos recibidos por la venta de su ganado y al abatimiento de costos en la elaboración de las dietas, así como a la mayor capacidad de negociación en la venta y a la generación de economías de escala; esto último principalmente en los productores grandes. Para fortalecer la permanencia y sustentabilidad de este sistema de producción en esta zona se debe promover el uso eficiente de materiales del productor, el cual se debe complementar con estrategias adecuadas para comercialización del ganado, entre otros aspectos.

LITERATURA CITADA

- COCHRAN, W. G. Técnicas de muestreo. D. F., México: C.E.C.S.A., 1984.
 - FIRA (Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura). *Panorama Agroalimentario. Carne de Bovino, 2010*. Dirección General Adjunta de Inteligencia Sectorial. D. F., México: Autor, 2010.
 - GAMBOA MENA, J. V. et al. Eficiencia económica de los sistemas de producción de carne bovina en el Municipio de Tizimin, Yucatán, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 5, 79-84, 2005.
 - GONZÁLEZ PÉREZ, J. M. y GÓMEZ MONGE, R. Análisis de competitividad y rentabilidad en una engorda de toretes en dos sistemas de alimentación. *INCEPTUM*, IX(17): 137-155, 2014.
 - GUEVARA, F. et al. Balance energético del sistema local de producción de bovinos de engorde en Tecpatán, Chiapas, México. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 47(4): 359-365, 2013.
 - HERNÁNDEZ MARTÍNEZ, J. et al. La cadena productiva de ganado bovino en el sur del estado de México. *Revista Mexicana de Agronegocios*, XV(29): 672-680, 2011.
 - HERNÁNDEZ MARTÍNEZ, J. et al. Rentabilidad privada de las granjas porcinas en el sur del Estado de México. *Universidad y Ciencia*, 24(2): 117-124, 2008.
 - LARA COVARRUBIAS, D. et al. Competitividad y ventajas comparativas de los sistemas de producción de leche en el estado de Jalisco, México. *Agrociencia*, 37, 85-94, 2003.
 - MONKE, E. y PEARSON, S. *The Policy Analysis Matrix for Agricultural Development*. Ithaca, US: Cornell University Press, 1989.
 - POSADAS DOMÍNGUEZ, R. R. et al. Eficiencia económica en bovinos carne engordados en corral, en el sur del Estado de México. En V. B. CAVALLOTTI, A. C. MARCOF y V. B. RAMÍREZ, *Ganadería y seguridad alimentaria en tiempo de crisis*. Vol. III (pp. 157-166). Chapingo: Universidad Autónoma Chapingo, 2009.
 - REBOLLAR REBOLLAR, A. et al. Competitividad y rentabilidad de bovinos en corral en el sur del estado de México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 14, 691-698, 2011.
 - SEPSA (SECRETARÍA EJECUTIVA DEL SECTOR AGROPECUARIO)/ FAO (ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA). *Estudio de competitividad de la porcicultura en Costa Rica con la metodología de la matriz de análisis de política (MAP)*. Costa Rica, 2006.
 - SOSA MONTES, M. et al. Rentabilidad de doce granjas porcícolas en la región noroeste de Guanajuato en 1995. *Agrociencia*, 34(1): 107-113, 2000.
- De páginas electrónicas**
- SIAP (SERVICIO DE INFORMACIÓN AGROALIMENTARIA Y PESQUERA). *Anuario estadístico de la producción agrícola de los Estados Unidos Mexicanos*. 2015. Recuperado el 12 de enero de 2015, de <http://www.siap.sagarpa.gob.mx/>

Factores climáticos, geográficos y fisiográficos que contribuyen a la distribución potencial del orégano (*Lippia* spp.) en México

Climatic, geographic and physiographic factors that contribute to the distribution of oregano (*Lippia* spp.) in Mexico

Jesús Di Carlo Quiroz Velásquez¹, Martín Reyes Lara², Jesús Gerardo García Olivares¹, Ángel Salazar Bravo¹, Bianca Edith Bazán Cruz³, José Luis Hernández Mendoza^{1*}

Quiroz Velásquez, J. D. C., Reyes Lara, M., García Olivares, J. G., Salazar Bravo, A., Bazán Cruz, B. E., Hernández Mendoza, J. L. Factores climáticos, geográficos y fisiográficos que contribuyen a la distribución potencial del orégano (*Lippia* spp.) en México. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*. Número 69: 21-25, septiembre-diciembre 2016.

RESUMEN

La presencia de *Lippia graveolens* es muy amplia, se distribuye en sitios diversos y confirma en algunos casos una asociación entre la presencia de la especie y factores climáticos, edáficos y geográficos. En Tamaulipas la humedad y la temperatura determinaron la distribución; en Durango, las características edáficas jugaron ese papel. En Yucatán los factores bioclimáticos no tienen influencia en la distribución de la especie, pero sí influyeron en los quimiotipos de la misma. En Zacatecas, Coahuila y Chihuahua, estados donde se recolecta más de 80% del orégano se carece de datos disponibles de condición y diversidad de esta especie. Con el programa Maxent versión 3.3.3k se realizó el análisis de la información y se estimó la distribución potencial de las tres especies de orégano, dos de las cuales son consideradas como sinónimos: *Lippia graveolens* y *L. berlandieri*.

Palabras clave: *Lippia*, orégano, predicción, ecología, Maxent, GBIF.

Keywords: *Lippia*, oregano, prediction, ecology, Maxent, GBIF.

Recibido: 19 de enero de 2015, aceptado: 21 de marzo de 2016

¹ Laboratorio de Biotecnología Experimental, Centro de Biotecnología Genómica, Instituto Politécnico Nacional.

² Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria.

³ Unidad Académica Multidisciplinaria Reynosa.

* Autor para correspondencia: jhernandezm@ipn.mx

ABSTRACT

The presence of *Lippia graveolens* is widely distributed in different sites in some cases confirming an association between the presence of the species and climate, soil and geographical factors. In the state of Tamaulipas, humidity and temperature determine the distribution; in Durango the soil characteristics play that role. In Yucatan, bioclimatic factors have no influence on the distribution of the species, but have an effect on the chemotypes. In the states of Zacatecas, Coahuila and Chihuahua, where more than 80% of oregano is collected, there is no data available on the condition and diversity of this species. Using the Maxent version 3.3.3k program an analysis of information was carried out to estimate the potential distribution of three species of oregano, two of which are considered synonymous: *Lippia graveolens* and *L. berlandieri*.

INTRODUCCIÓN

La distribución geográfica de *Lippia graveolens* va desde el sur de los Estados Unidos hasta Centroamérica y en especial en México tiene una amplia distribución, sobre todo en áreas serranas y desérticas, preferentemente con climas tipo Ax (cálido sub húmedo), Aw (cálido con lluvias de verano), Bs (seco), Bw (muy seco) (Granados Sánchez et al., 2013; Martínez Natarén et al., 2014) y C (frío). En estas áreas, la vegetación acompañante es variable, arbustiva, matorral rosetófilo, subinerme o espinoso (Castillo, 1991; Olhagaray et al., 2005; Treviño y Valiente, 2005; Villavicencio Gutiérrez, 2010; Granados Sánchez et al., 2013).

Los sitios donde se establecen las poblaciones naturales tienen precipitación anual que va desde los 75 hasta los 850 mm anuales (Granados Sánchez et al., 2011), distribuida en el verano (Granados Sánchez et al., 2013), temporada en que ocurre el crecimiento mayor, desarrollo y floración en esta especie (Castillo, 1991; Ocampo Velázquez et al., 2009; Villavicencio Gutiérrez, 2010). Con la finalidad de establecer los sitios donde se reporta la especie, se realizan varios mapas sobre la distribución del orégano *L. graveolens* en territorio mexicano, apoyados con sistemas de información geográfica (SIG), entre ellos Granados Sánchez et al. (2013), que muestra un área amplia de distribución en el centro-norte del país y áreas pequeñas en el resto del territorio mexicano.

Dado que el orégano mexicano (*L. graveolens*) no está reportado para algunas áreas del país, la hipótesis es si a partir de sitios conocidos se pueden identificar los sitios y sus condiciones y a partir de ellos estimar la presencia para esta especie en otras áreas. Para corroborar esto fue necesario elaborar mapas para localizar áreas reales y potenciales donde se encuentra la especie reportada y los resultados obtenidos permitan proyectar condiciones de conservación, manejo, explotación y diversidad que ayuden a corroborar la identidad y variabilidad de las poblaciones que cubren el territorio mexicano.

MATERIALES Y MÉTODOS

En este estudio se consultaron bases de datos disponibles en *Global Biodiversity Information Facility* (GBIF, s. f.) con reportes de presencia de *Lippia graveolens* HBK, *L. berlandieri* y *L. alba*. Para el análisis, se emplearon los datos que tuvieron información con sitios georreferenciados. Entre las bases de datos consultadas se encuentra el *Missouri Botanical Garden*, Museo Nacional de Costa Rica, *The New York Botanical Garden*, los registros de la Comisión Nacional para la Biodiversidad (CONABIO), que se nutre de la información de herbarios como el del Instituto de Ecología, A. C., de la Universidad de Sonora, del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR), del Instituto de Botánica de la UNAM, así como del Centro Interdisciplinario de Investigación y Desarrollo Integral Regional unidad Durango (CIIDIR) del Instituto Politécnico Nacional.

Para la generación del modelo se utilizó el programa Maxent versión 3.3.3k (Phillips et al., 2006),

para lo cual se realizó una matriz donde se determinó el uso de 17 parámetros climáticos (temperaturas y precipitaciones), dos fisiográficos (ecorregión y aridez) y uno geográfico (altitud). Este programa implementa un algoritmo de máxima entropía, mismo que genera una distribución de probabilidad sobre los puntos que conforman el territorio. Para ello, se calcula como el logaritmo del número de celda en la matriz menos el promedio de las probabilidades logarítmicas negativas de las localidades usadas para ajustar el modelo. Con la información anterior se generó una tasa de omisión que usa los registros de presencia, como los de prueba en función de un umbral acumulativo. Estos datos se utilizan para predecir la distribución de la especie.

RESULTADOS

En la consulta a las bases de datos con registros de *L. graveolens* se detectaron 505 puntos de referencia a partir de los cuales se recuperaron los que están georreferenciados. En total, de este último grupo se eligieron 350 puntos, con los cuales se realizaron los análisis posteriores. Los datos se anexan como material complementario de este manuscrito. Para el caso de *L. alba* y *L. berlandieri* hay 185 registros, de los cuales 120 están georreferenciados.

La Figura 1 muestra que *L. berlandieri* y *L. alba* presentan la misma distribución; al analizar los datos de las dos especies y traslaparlos son iguales. Al graficar los sitios registrados que tienen presencia de las

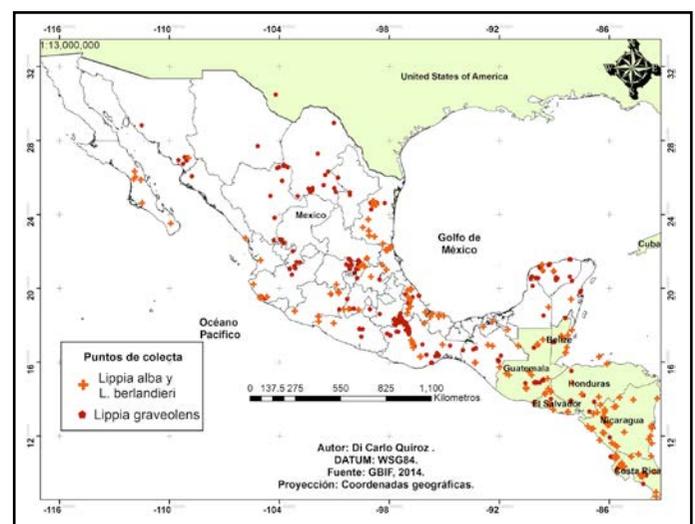


Figura 1. Sitios georreferenciados donde se reporta la presencia de *L. graveolens*, *L. alba* y *L. berlandieri*. Mapa elaborado por Jesús Di Carlo Quiroz Velásquez.

dos especies se observa que tienen una distribución en forma de U, que corresponde al tipo de distribución neotropical (Figura 1), con presencia alta en sitios caliente-húmedos al sur del Eje Neovolcánico. Por su parte, *L. graveolens* tiene presencia en lugares desérticos del norte, centro y sur del país. En las áreas geográficas descritas se encuentran llanuras desérticas y sistemas montañosos que albergan a las especies mencionadas en altitudes y condiciones geográficas muy diversas. Esta especie no está restringida a la distribución tipo neotropical, pues en el centro de México se distribuye hacia el centro norte del país.

Los parámetros que se consideraron para la elaboración del mapa probabilístico de distribución de *L. graveolens* se muestran en la Tabla 1. En la columna de contribución se observa que la variable explicativa con mayor contribución es el porcentaje de lluvia del mes de junio; sigue en importancia la temperatura máxima promedio del trimestre más frío del año; el tercer factor de importancia es el porcentaje del promedio de lluvia del mes de marzo. La participación del factor ecorregión tiene una importancia inferior a 10%, por lo que se considera importante pero con menor efecto. El factor altitud del sitio donde está el punto georreferenciado de la presencia de *L. graveolens* no tiene injerencia en la distribución de la especie, ya que en las interacciones su participación es de 0.8. De igual manera, el índice de aridez presentó un valor de cero.

En la Tabla 1 se muestra la columna de permutación, en que las variables tienen diferente valor a los expresados anteriormente. Por tanto, los valores en esta sección permiten dilucidar que la distribución de la especie está determinada principalmente por la temperatura del mes más cálido (30.7 °C), sigue en importancia la temperatura promedio de las mínimas registradas en el año (21 °C). El tercer factor que interviene en la distribución de esta especie es la altitud (11.9 m.s.n.m.) que, aunada al promedio de lluvia del mes de junio (8.4%), contribuyeron a delimitar la distribución de *L. graveolens* en México.

Mediante el programa Mexent se elaboró un mapa de distribución de *L. graveolens* (Figura 2) que muestra las zonas de acuerdo a los modelos con mejores condiciones pronosticadas. Por otra parte, en el mapa elaborado con la distribución probabilística de las áreas con presencia de *L. graveolens* en México y Centroamérica se distinguen los puntos que corresponden a sitios georreferenciados con la presencia de *L. graveolens*. Asimismo, en el mapa se aprecian las áreas que permiten estimar la presencia de la especie. La Figura 2 muestra la distribución probabilística de *L. graveolens* basada en los datos disponibles en GBIF, donde las cuatro variables (temperatura mínima del mes más cálido, temperatura mínima promedio anual, la lluvia y el porcentaje de lluvia de junio) contribuyen a determinar en 72% la presencia de la especie, donde se considera que ese nivel de explicación es alto y satisfactorio para este fin.

Tabla 1. Variables de los sitios con presencia de *L. graveolens* que están georreferenciados y contribuyen a la explicación de la distribución de la especie en el territorio mexicano

Variable	Contribución (%)	Importancia de permutación	Variable	Contribución (%)	Importancia de permutación
%Lluvia junio	24	8.4	PP_MAXCMS	2.6	1.7
TMAXCMF	19.6	2.2	TMINCMC	2.2	30.7
%Lluvia marzo	11.3	1	TPROM	1.4	0
Ecorregión	8.8	4.6	%Lluvia dic	0.9	0.3
%Lluvia sep	7.4	1.9	Altitud	0.8	11.9
TMIN_MIN	4.4	21	TMAX_MIN	0.7	0.3
PP_PROM	4	1.7	TMAX_PROM	0.6	1.7
PP_TOTAL	3.7	6.5	TMIN_MAX	0.6	0.1
TMAX_MAX	3.6	0.4	TMIN_PROM	0	0
PP_MINCMMLL	3.4	5.6	Aridez	0	0

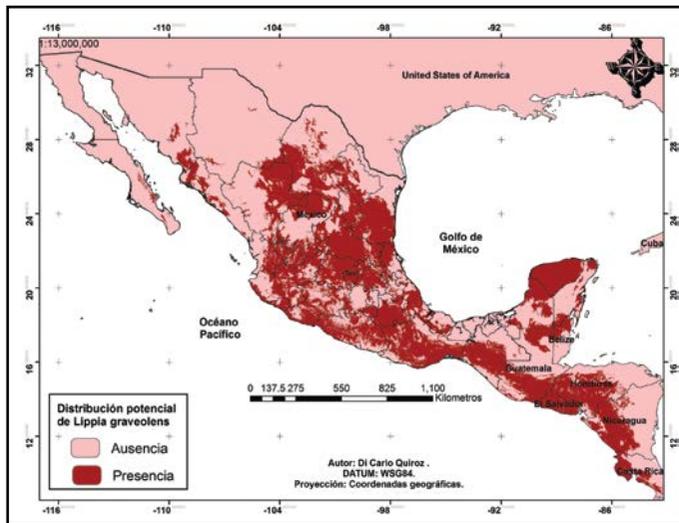


Figura 2. Mapa elaborado con la distribución probabilística de las áreas con presencia de *L. graveolens* en México y Centroamérica. Mapa elaborado por Jesús Di Carlo Quiroz Velásquez.

Los sitios donde se reporta la presencia de *L. graveolens* constituyen una zona muy amplia, diversa y dispersa en el territorio mexicano, por lo que algunos autores estiman que existen diferencias entre las poblaciones de la especie, que son propias de las adaptaciones a las particularidades de hábitat locales. A partir de esta información se sugiere realizar una cuadrícula más detallada con el objetivo de realizar muestreos que permitan hacer estudios moleculares y filogenéticos a fin de conocer la variabilidad intraespecífica de la especie, aspecto que se desconoce, pues solamente se han realizado estudios de este tipo a nivel intrapoblacional y se carece de los estudios interpoblacionales apoyados con estudios moleculares.

DISCUSIÓN

Reportes manejan como sinónimos a *L. graveolens* y a *L. berlandieri* o incluso a esta última, una subespecie o variante de *L. graveolens*. Sin embargo, en la revisión que se realizó para este trabajo se consideraron diferentes (IPNI, 2014), sin que para ello exista una revisión de la taxonomía de la especie. Las sinonimias entre especies de *L. spp.* no son restrictivas para estas especies, por eso la importancia de este estudio de georreferenciar la especie de interés (*Lippia spp.*), pues hay otras plantas que se describen o mencionan con el mismo nombre (Deham et al., 2006; Meléndez Rentería et al., 2014). También la consulta de bases como la del GBIF ofrece la oportunidad de detectar errores

de ubicación o registro de las muestras, como en el caso de un sitio con coordenadas 25.066 y 97.716, el mapa lo ubica en India; sin embargo, al corregir, con 25.066 y -97.716, los datos corresponden efectivamente a una localidad del municipio de San Fernando en Tamaulipas, México (GBIF, s. f.), como está descrita en la ficha técnica del material.

La distribución de *L. graveolens* es amplia en el territorio mexicano (Granados Sánchez et al., 2013; Martínez Natarén et al., 2014), donde está presente en suelos, climas, altitudes y tipos de vegetación muy variables (Castillo, 1991; Olhagaray et al., 2005; Treviño y Valiente, 2005; Villavicencio Gutiérrez, 2010; Granados Sánchez et al., 2013), por lo que este tipo de estudios además de ayudar a dimensionar las áreas de distribución de la especie (Alsos et al., 2009; Torres y Jayat, 2010) muestra una plasticidad fenotípica, ya que la planta se encuentra presente y se distribuye de manera natural en ambientes muy variados (Treviño y Valiente, 2005). Asimismo, dados los cambios derivados de la transformación, la pérdida de hábitat (Shipper et al., 2008) y el efecto del fenómeno del cambio climático y de invernadero, es importante conocer la distribución de la especie y las condiciones, áreas y espacios ocupados por la misma.

Por otra parte, el uso de modelos matemáticos para estimar el rango de distribución potencial es un elemento importante para la determinación de políticas de uso, manejo y conservación de especies como *L. spp.*, que están sujetas a explotación en las áreas ocupadas (Hannah et al., 2002; Torres y Jayat, 2010). En este sentido, el programa Maxent está estructurado con base en algoritmos de máxima entropía y ofrece como resultado una distribución probabilística basada en la información conocida (Phillips et al., 2006), misma que se ha empleado en numerosos grupos taxonómicos, en áreas geográficas y condiciones diferentes (Treviño y Valiente, 2005.)

CONCLUSIONES

La información obtenida en los diversos bancos de información y herbarios disponibles mostró que a partir de las características del hábitat que ocupa *L. graveolens* se pueden estimar áreas potenciales de distribución de la especie. Esta información es de primordial importancia en cualquier estrategia de manejo, conservación o estudios taxonómicos, pues a partir del conocimiento de sus áreas naturales

de distribución se pueden decretar políticas sobre manejo y explotación sustentable de estas especies. A partir de las características de los sitios georreferenciados se obtuvo un mapa probabilístico de distribución de las especies y los factores que al

parecer son los determinantes de mayor importancia para la presencia de estas especies en México. Asimismo, se detectó que deben actualizarse con estudios *in situ* y así fortalecer las bases de datos existentes.

LITERATURA CITADA

- ALSOS, I. G. et al. Past and future range shifts and loss of diversity in dwarf willow (*Salix herbacea* L.) inferred from genetics, fossils and modeling. *Global Ecology and Biogeography*, 18(2): 223-239, 2009.
 - CASTILLO, Q. D. Distribución y ecología del orégano en el municipio de General Cepeda Coahuila. En R. MELÉNDEZ GONZÁLEZ, S. A. ORTEGA RODRÍGUEZ, y R. PEÑA RESÉNDIZ (Eds.), *Estado actual del conocimiento sobre el orégano en México*. Bermejillo, Durango. México: Universidad Autónoma de Chapingo. Unidad Regional de Zonas Áridas, 1991.
 - DEHAM, S. et al. *Lippia integrifolia* versus *L. boliviana* (Verbenaceae). *Darwiniana*, 44(2): 363-374, 2006.
 - GRANADOS SÁNCHEZ, D. et al. Ecología, aprovechamiento y comercialización del orégano (*Lippia graveolens* H. B. K.) en Mapimí, Durango. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, XIX(2): 305-321, 2013.
 - GRANADOS SÁNCHEZ, D. et al. Ecología de la vegetación del desierto chihuahuense. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, XVII(número Especial): 111-130, 2011.
 - HANNAH, L. et al. Climate change-integrated conservation strategies. *Global Ecology and Biogeography*, 11(6): 485-495, 2002.
 - MARTÍNEZ NATARÉN, D. A. et al. Genetic diversity and genetic structure in wild populations of Mexican oregano (*Lippia graveolens* H. B. K.) and its relationship with the chemical composition of the essential oil. *Plant Systematics and Evolution*, 300(3): 535-547, 2014.
 - MELÉNDEZ RENTERÍA, P. et al. Microbiological effect of fermented mexican oregano (*Lippia berlandieri* Shauer) waste. *Waste and Biomass Valorization*, 5(1): 57-63, 2014.
 - OCAMPO VELÁZQUEZ, R. V. et al. Biología reproductiva del orégano mexicano (*Lippia graveolens* Kunth) en tres condiciones de aprovechamiento. *Agrociencia*, 43(5): 475-482, 2009.
 - OLHAGARAY, E. et al. Cuantificación de orégano (*Lippia berlandieri* Shauer) en diez localidades del municipio de Nazas, Durango, México. *2da Reunión Nacional sobre orégano*. Salta, Chihuahua, México: Centro de Investigación para los Recursos Naturales, 2005.
 - PHILLIPS, S. J. et al. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modeling*, 190, 231-259, 2006.
 - SEMARNAT (SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES). *Evaluación del riesgo de extinción de Lippia graveolens de acuerdo al numeral 5.7 de la NOM-059-SEMARNAT-2001* (pp. 91-120). México: Autor, 2007.
 - SHIPPER, J. et al. The status of the world's land and marine mammals: diversity, threat and knowledge. *Science*, 322(5899): 225-230, 2008.
 - TORRES, R. y JAYAT, J. P. Modelos predictivos de distribución para cuatro especies de mamíferos (*Cingulata*, *Artiodactyla* y *Rodentia*) típicas del Chaco en Argentina. *Mastozoología Neotropical*, 17(2): 335-352, 2010.
 - TREVIÑO, J. y VALIENTE, A. La vegetación de Tamaulipas y sus principales asociaciones vegetales. En L. BARRIENTOS, A. CORREA, J. V. HORTA y J. GARCÍA (Eds.), *Biodiversidad Tamaulipeca* I. Instituto Tecnológico de Cd Victoria. Dirección General de Educación Superior Tecnológica, 2005.
 - VILLAVICENCIO GUTIÉRREZ, E. E. *Metodología para determinar las existencias de orégano (Lippia graveolens H.B.K.) en rodales naturales de Parras de la Fuente, Coahuila*. INIFAP. 29 pp., 2010.
- De páginas electrónicas**
- GBIF (GLOBAL BIODIVERSITY INFORMATION FACILITY). Free and open access to biodiversity data [Portal] s. f. Recuperado el 5 de diciembre de 2014, de www.gbif.org
 - IPNI (THE INTERNATIONAL PLANT NAMES INDEX) [Portal]. Recuperado el 5 de diciembre de 2014, de www.ipni.org/

Comportamiento poscosecha en girasol (*Helianthus annuus* L.) en función de soluciones pulso

Postharvest behavior in sunflower (*Helianthus annuus* L.) as a function of pulse solutions

Ernesto Díaz López^{1*}, Juan Manuel Loeza Corte², Irma Brena Hernández²

Díaz López, E., Loeza Corte, J. M., Brena Hernández, I. Comportamiento poscosecha en girasol (*Helianthus annuus* L.) en función de soluciones pulso. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*. Número 69: 26-31, septiembre-diciembre 2016.

RESUMEN

Los cultivos florícolas son importantes, ya que generan divisas y mano de obra; en especies como el girasol el conocimiento sobre su manejo en poscosecha es limitado. El objetivo del presente estudio fue determinar la influencia de la solución de sacarosa, ácido cítrico, hidroxiquinoleína y ácido giberélico sobre la vida de florero de girasol. El experimento se llevó a cabo bajo condiciones de laboratorio en Teotitlán de Flores Magón, Oaxaca, México, durante el verano de 2014. Los resultados indican que la solución compuesta con ácido cítrico, sacarosa, hidroxiquinoleína y pH de 5.5 a 5.7 obtuvo la mayor vida de florero con lígulas turgentes, mientras que la aplicación de ácido giberélico a (50 mg l⁻¹) impidió la apertura de la inflorescencia.

ABSTRACT

The floriculture crops are important because they generate foreign exchange and labor; in the species such as sunflower knowledge of postharvest handling is limited. So, the objective of this study was

Palabras clave: ácido giberélico, ácido cítrico, hidroxiquinoleína, sacarosa, poscosecha.

Keywords: gibberelic acid, citric acid, hydroxyquinoline, saccharose, posharvest.

Recibido: 8 de abril de 2015, aceptado: 13 de mayo de 2016

¹ Ingeniería en Agricultura Sustentable y Protegida, Universidad Tecnológica de Tehuacán.

² Ingeniería en Agroindustrias, Universidad de la Cañada.

* Autor para correspondencia: lernesto@colpos.mx

to determine the influence of the sucrose solution, citric acid, hydroxyquinoline and gibberelic acid on the vase life of sunflower. The experiment was carried under laboratory conditions in Teotitlan Flores Magon, Oaxaca, Mexico, during the summer of 2014. The results indicate that the compound with citric acid solution, saccharose, hydroxyquinoline and pH of 5.5 at 5.7 obtained the largest vase life with turgid ligules, while the application of gibberellic acid (50 mg l⁻¹) prevented the opening of the inflorescence.

INTRODUCCIÓN

México es un país que dispone de una diversidad en climas y microclimas favorables para la producción florícola. Especies como el girasol (*Helianthus annuus* L.) presentan gran potencial para ser explotadas como ornamentales, aunque esta especie es más conocida como oleaginosa por la producción de aceite de sus semillas (Morales et al., 2007). En la actualidad ha cobrado importancia por la belleza de su capítulo, lo que ha conducido a su utilización en arreglos florales, pero los estudios al respecto son limitados, por lo que se requieren aportes en este rubro. El manejo en poscosecha de cultivos ornamentales tiene como principal objetivo prolongar el tiempo después del corte, lo que se ha denominado vida de florero (Juárez et al., 2011; Leyva et al., 2011) y existen varias técnicas para lograr dicho objetivo, que consisten en el manejo de fertilizaciones a base de N, (P₂O₅), (K₂O), así como la aplicación de fertilizaciones foliares a base de micronutrientes (Rubio et al., 2007).

Otra forma es la elaboración de soluciones pulso basadas en la aplicación de sacarosa que incrementan la vida de florero y la apertura floral, como se ha hecho en Rosa cultivares Grand Gala y Vega (Flores Ruvalcaba et al., 2005; Hernández Hernández et al., 2009). Otro modo es mediante la aplicación de soluciones a base de ácido giberélico (AG_3) que además mejoran la apariencia del follaje en especies como *Dracaena marginata* (Cruz Crespo et al., 2006; Trujillo Villagarcía et al., 2006; Bhattacharya et al., 2010; Alia Tejacal et al., 2011), este fitorregulador no solo se ha aplicado en cultivos ornamentales, también es conocido el efecto que tiene sobre algunos frutales como el mango, donde su aplicación en dosis de 25 mg l^{-1} retrasa la floración en este frutal (Pérez Barraza et al., 2008). Además, el uso y la aplicación de bactericidas aplicados a soluciones pulso, como hidroxiquinoleína (8-HQC) controlan de manera efectiva el desarrollo de microorganismos que taponan los sistemas de conducción como el xilema y el floema y dan como resultado un incremento en la vida de florero en diversas especies florales de corte (Sun et al., 2001; Salisbury y Ross, 2003; Rebolledo et al., 2007). Estas técnicas ayudan a minimizar los costos de poscosecha para los productores, pero desde esta perspectiva el manejo en poscosecha en girasol de alguna forma es limitado. El objetivo del presente estudio fue evaluar la aplicación de diferentes soluciones basadas en sacarosa, ácido cítrico, ácido giberélico (AG_3) e hidroxiquinoleína 8-HQC sobre la vida de florero del girasol ornamental (*Helianthus annuus* L.) cv. Victoria.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo fue realizado en condiciones de laboratorio, con la temperatura máxima, mínima y humedad relativa diarias durante el experimento en el verano de 2014 en Teotitlán de Flores Magón, Oaxaca, México, ubicado a $18^\circ 06' \text{ N}$, $97^\circ 06' \text{ W}$ y 880 m.s.n.m., con inflorescencias de girasol en la etapa fenológica R_4 , la cual se caracteriza porque las flores liguladas son visibles en el interior de las brácteas del capítulo (De Caram et al., 2007), estas fueron sembradas en bolsas de polietileno con capacidad de 2 kg, en una proporción de 2:1 (v/v) con suelo de la zona y hojarasca. El suelo corresponde a un lluvisol con pH de 6.7, contenido de materia orgánica de 1.7% y conductividad eléctrica de 2.1 mS cm^{-1} . El genotipo

de girasol utilizado en el experimento fue cv. Victoria, proporcionado por el banco de germoplasma del área de ecofisiología de cultivos del Colegio de Postgraduados.

Las inflorescencias fueron cortadas en campo a las 8:00 a.m. para evitar la deshidratación y fueron colocadas por un periodo de 24 h en agua corriente limpia con ajuste de pH de 5.5-5.7 con ácido sulfúrico al 5 N. El experimento consistió en evaluar concentraciones de sacarosa, ácido cítrico, hidroxiquinoleína y ácido giberélico, donde los tratamientos fueron: testigo (T_0), que consistió en agua corriente ajustando el pH entre 5.5 y 5.7; (T_1), solución de sacarosa a 0% con ácido cítrico a 100 mg l^{-1} + hidroxiquinoleína a 10 mg l^{-1} ; (T_2), solución de sacarosa a 1% con ácido cítrico a 100 mg l^{-1} + hidroxiquinoleína a 10 mg l^{-1} ; (T_3), solución de sacarosa a 2% con ácido cítrico a 100 mg l^{-1} + hidroxiquinoleína a 10 mg l^{-1} ; (T_4), sacarosa a 2% con ácido cítrico a 100 mg l^{-1} + ácido giberélico a 50 mg l^{-1} (Tabla 1). En todos los tratamientos el pH fue ajustado a un rango de 5.5 a 5.7.

El experimento fue analizado mediante un diseño completamente aleatorizado (DCA) con cuatro repeticiones (5×4) = 20, un total de 20 unidades experimentales; lo que se constituyó por un florero de plástico de 1 l de capacidad y una inflorescencia de girasol por florero. El tallo con la inflorescencia en todos los tratamientos tuvo una longitud de 45 cm y para evitar sesgo en el consumo de agua y transpiración se eliminaron los nomófilos. Las variables evaluadas fueron: agua transpirada (AT), calculada pesando cada unidad experimental cada 72 h por medio de la expresión $AT = P_1 - P_2$, donde: P_1 y P_2 son los pesos de cada unidad experimental expresados en g en los tiempos 1 y 2, respectivamente, con ayuda de una balanza analítica; vida de florero (VF), calculando los días que duraron las flores liguladas turgentes y la base del tallo sumergida en la solución en buenas condiciones; diámetro de capítulo (DC), midiendo con ayuda de un vernier Truper 14388 estándar milimétrico; dicho diámetro fue medido en forma de cruz para obtener el promedio correspondiente.

A las variables respuesta que resultaron significativas se les aplicó la prueba de comparación de promedios de Tukey a un nivel de significancia de 5%.

Tabla 1. Tratamientos y concentración de soluciones aplicadas al girasol ornamental (*Helianthus annuus* L.) cv. Victoria

Tratamiento	Ac. cítrico mg l ⁻¹	Sacarosa %	Hidroxiquinoleína mg l ⁻¹	Ac. giberélico mg l ⁻¹
T ₀	0	0	0	0
T ₁	100	0	10	0
T ₂	100	1	10	0
T ₃	100	2	10	0
T ₄	100	2	10	50

T₀, testigo (solo agua corriente); T₁, ácido cítrico 100 mg l⁻¹ + 10 mg l⁻¹ de hidroxiquinoleína; T₂, ácido cítrico 100 mg l⁻¹ + 1% de sacarosa + 10 mg l⁻¹ de hidroxiquinoleína; T₃, ácido cítrico 100 mg l⁻¹ + sacarosa 2% y T₄, ácido cítrico 100 mg l⁻¹ + sacarosa 2% + 50 mg l⁻¹ de ácido giberélico. El pH se ajustó en todos los tratamientos en un rango de 5.5 a 5.7. Elaboración propia.

RESULTADOS

Agua transpirada (AT)

El agua transpirada por las inflorescencias de girasol fue mayor en los tratamientos T₂, T₃ y T₄ (Tabla 2), con una transpiración entre 35.2 y 40.3 g de agua; superaron al tratamiento T₁, el cual resultó igual que el testigo con 32.7 y 28.9 g, respectivamente. Esta respuesta probablemente se debió a que los tratamientos T₂, T₃ y T₄ contenían concentraciones de sacarosa entre 1 y 2%, lo que incrementó la actividad metabólica de las inflorescencias; es decir, la respiración por el consumo de carbohidratos, lo que produjo una mayor absorción y transpiración de agua (Figuroa et al., 2005).

Tabla 2. Agua transpirada en inflorescencias de girasol ornamental (*Helianthus annuus* L.) cv. Victoria

Tratamiento	Agua transpirada (g)
T ₀	28.9 b ^z
T ₁	32.7 b
T ₂	39.0 a
T ₃	35.2 a
T ₄	40.3 a
DSH	6.28
CV %	2.96

T₀, testigo (solo agua corriente con pH ajustado 5.5 a 5.7); T₁, ácido cítrico 100 mg l⁻¹ + 10 mg l⁻¹ de hidroxiquinoleína; T₂, ácido cítrico 100 mg l⁻¹ + 1% de sacarosa + 10 mg l⁻¹ de hidroxiquinoleína; T₃, ácido cítrico 100 mg l⁻¹ + sacarosa 2% y T₄, ácido cítrico 100 mg l⁻¹ + sacarosa 2% + 50 mg l⁻¹ de ácido giberélico; DSH, diferencia significativa honesta; CV, coeficiente de variación; ^ztratamientos dentro de la columna con la misma letra, estadísticamente son iguales según Tukey $p \leq 0.05$. Elaboración propia.

Vida de florero (VF)

En la Tabla 3 se presentan los valores medios para vida de florero y se observa que existieron diferencias

significativas entre los tratamientos, en los cuales T₁, T₂ y T₃ obtuvieron la mayor vida de florero: 12.00, 11.00 y 11.75 días, lo que superó a los tratamientos T₄ y el testigo, que lograron una vida de 6.00 y 7.50 días, respectivamente. Así, los tratamientos T₁, T₂ y T₃ aumentaron la vida de florero hasta 4 días en relación con el testigo; es decir, tuvieron 60% más vida de florero con respecto al testigo.

Tabla 3. Vida de florero en girasol ornamental (*Helianthus annuus* L.) cv. Victoria

Tratamiento	Vida de florero (días)
T ₀	7.50 b ^z
T ₁	12.00 a
T ₂	11.00 a
T ₃	11.75 a
T ₄	6.00 b
DSH	1.30
CV %	12.00

T₀, testigo (solo agua corriente con pH ajustado 5.5 a 5.7); T₁, ácido cítrico 100 mg l⁻¹ + 10 mg l⁻¹ de hidroxiquinoleína; T₂, ácido cítrico 100 mg l⁻¹ + 1% de sacarosa + 10 mg l⁻¹ de hidroxiquinoleína; T₃, ácido cítrico 100 mg l⁻¹ + sacarosa 2% y T₄, ácido cítrico 100 mg l⁻¹ + sacarosa 2% + 50 mg l⁻¹ de ácido giberélico; DSH, diferencia significativa honesta; CV, coeficiente de variación; ^ztratamientos dentro de la columna con la misma letra, estadísticamente son iguales según Tukey $p \leq 0.05$. Elaboración propia.

Relación agua transpirada (AT) vs. vida de florero (VF)

Con respecto a esta relación se puede apreciar que a medida que hay mayor transpiración se incrementa la vida de florero como ocurrió en los tratamientos T₁, T₂ y T₃; no así en el testigo y el tratamiento T₄, a pesar de presentar el mayor consumo de agua.

Esta respuesta se debió a que la base del tallo floral se abrió y permitió mayor consumo de agua con una senescencia más rápida. En cambio, el testigo presentó menor transpiración porque el mismo no contó con la aplicación de sacarosa, lo que influyó en la fuente de energía limitada que las células tuvieron para lograr mayor vida de florero (Figura 1).

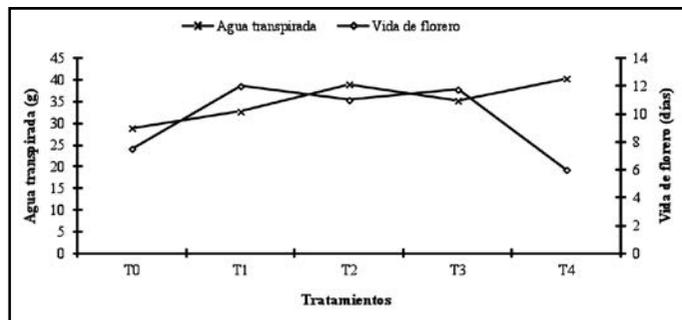


Figura 1. Relación entre vida de florero y agua transpirada en girasol (*Helianthus annuus* L.) cv. Victoria. Elaboración propia.

Diámetro de capítulo (DC)

En esta variable, el mayor diámetro de capítulo se observó en los tratamientos T₁, T₂ y T₃ con 9.20, 9.90 y 9.80 cm, respectivamente, y superó al testigo, quien presentó un diámetro de 8.10 cm. El menor diámetro ocurrió para T₄, con 6.80 cm (Tabla 4), esto se atribuye al efecto del ácido giberélico AG₃, cuya acción inhibe la iniciación floral en flores de corte y algunos frutales como el mango, a concentraciones que van en un rango de 50 a 250 mg l⁻¹, lo que propició que el diámetro del capítulo de girasol tuviera un diámetro menor (Pérez Barraza et al., 2008).

Tabla 4. Diámetro de capítulo en girasol ornamental (*Helianthus annuus* L.) cv. Victoria

Tratamiento	Diámetro (cm)
T ₀	8.10 c ^z
T ₁	9.20 a
T ₂	9.90 a
T ₃	9.80 a
T ₄	6.80 d
DSH	0.75
CV %	12.00

T₀, testigo (solo agua corriente con pH ajustado 5.5 a 5.7); T₁, ácido cítrico 100 mg l⁻¹ + 10 mg l⁻¹ de hidroxiquinoleína; T₂, ácido cítrico 100 mg l⁻¹ + 1% de sacarosa + 10 mg l⁻¹ de hidroxiquinoleína; T₃, ácido cítrico 100 mg l⁻¹ + sacarosa 2% y T₄, ácido cítrico 100 mg l⁻¹ + sacarosa 2% + 50 mg l⁻¹ de ácido giberélico; DSH, diferencia significativa honesta; CV, coeficiente de variación; ^ztratamientos dentro de la columna con la misma letra, estadísticamente son iguales según Tukey p ≤ 0.05. Elaboración propia.

Efecto de la sacarosa (ES)

La sacarosa provocó un efecto positivo para esta especie en concentraciones de 1 a 2%, lo que resultó en el incremento de vida de florero, hasta por 4 días respecto al testigo y mayor diámetro de capítulo.

Efecto del ácido giberélico (AG₃)

Al contrario de la sacarosa, el ácido giberélico tuvo un efecto negativo en el girasol, ya que el tratamiento donde se aplicó el mismo provocó que las flores tubulares del capítulo maduraran demasiado rápido en relación con las liguladas, además de que la base del tallo se destruyó en el florero (Figura 2).



Figura 2. Efecto del ácido giberélico AG₃ a 50 mg l⁻¹ sobre girasol ornamental (*Helianthus annuus* L.) cv. Victoria. Fotografía tomada por los autores.

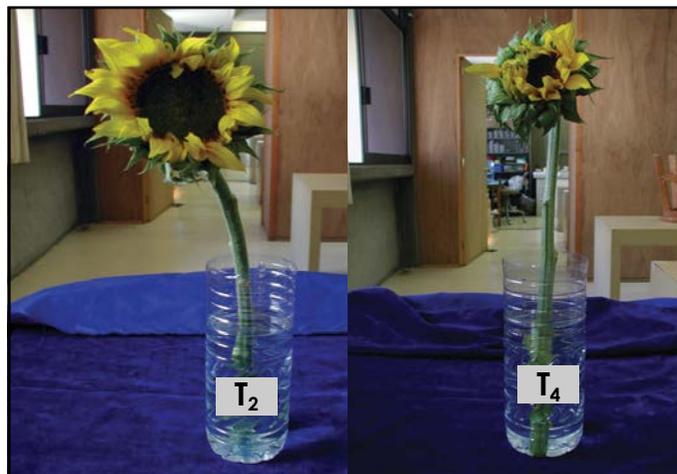


Figura 3. Efecto de la sacarosa a 1% (T₂) y efecto del ácido cítrico y AG₃ en girasol (*Helianthus annuus* L.) cv. Victoria. Fotografías tomadas por los autores.



Figura 4. Girasol (*Helianthus annuus* L.) cv. Victoria en campo en la Universidad Tecnológica de Tehuacán, material que sirvió como germoplasma para evaluarse bajo condiciones de laboratorio. Fotografía tomada por Ernesto Díaz López.

DISCUSIÓN

Los tratamientos que contenían concentraciones de 1 y 2% de sacarosa presentaron una mayor agua transpirada quizá por mayor actividad metabólica de la inflorescencia, como indican Taiz y Zeiger (2015), quienes mencionan que la sacarosa a concentraciones en un rango de 1 a 4% incrementan la actividad respiratoria y transpiratoria de los vegetales, incluso en plantas de cultivo con alto nivel de fotosaturación, como el girasol.

En relación con la vida de florero, la mayor se presentó en T_1 , T_2 y T_3 ; dicha respuesta se atribuye a la aplicación de 8-hidroxiquinoleína en la solución, molécula que actúa como biocida en los tratamientos, lo que ocasionó que disminuyera la proliferación de microorganismos que pudiesen tapar los conductos de xilema y floema; ello impidió un buen suministro de agua hacia las flores liguladas, lo que originó que las mismas se mantuvieran turgentes, como lo mencionan Hernández Fuentes et al. (2006).

De este modo, la relación agua transpirada vs. vida de florero está estrechamente relacionada, ya que los tratamientos que presentaron mayor cantidad de agua transpirada coincidieron con la

mayor vida de florero, siempre y cuando la base del tallo estuviera en buenas condiciones, como se mencionó en el apartado de resultados. Estos hallazgos concuerdan con los reportados por Van Meeteren et al. (2006), quienes mencionan que la vida de florero en especies de la misma familia del girasol, como *Crisantemo* spp., se incrementa al agregar concentraciones de sacarosa de 1 a 2%, las cuales funcionan como fuente de energía para procesos metabólicos como la respiración de las flores de corte en poscosecha, ya que estas no cuentan con un suministro de carbohidratos; por tal motivo, necesitan una fuente alterna de energía. También mencionan que al incrementar el agua transpirada por las flores liguladas del capítulo, estas presentan una buena apariencia, lo que le da a la inflorescencia un buen aspecto estético. Con respecto al ácido giberélico, los datos presentados en este estudio corresponden con los resultados reportados por Wei Ren et al. (2001), quienes al aplicar AG_3 en *Polianthus tuberosa* no lograron la apertura de botones florales y concluyen que el ácido giberélico no induce la apertura floral en *Polianthes*.

CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos en la presente investigación se llegó a las siguientes conclusiones:

- Con una solución de pH 5.5 a 5.7 compuesta, con ácido cítrico (100 mg l^{-1}), sacarosa (2%) e hidroxiquinoleína 10 mg l^{-1} , se obtuvo la mayor vida de florero (11.75 días) en girasol cv. Victoria.
- La sacarosa a concentraciones de 1 y 2% tuvo efecto positivo en esta especie (*Helianthus annuus* L.), lo que se reflejó en un incremento de vida de florero de hasta 4.5 días con respecto al testigo.
- El ácido giberélico (AG_3) tuvo efecto negativo en el girasol a concentraciones de 50 mg l^{-1} , lo que provocó que las flores tubulares maduraran rápidamente y dio como resultado que el capítulo no abriera completamente, lo que afectó el diámetro del mismo y la vida de florero.
- La hidroxiquinoleína incrementó la vida de florero en girasol al permitir mayor absorción de agua por el tallo hacia las flores tubulares y liguladas.

LITERATURA CITADA

- ALIA TEJACAL, I. et al. Efecto de la aspersión de ácido giberélico en el crecimiento de cinco cultivares de nochebuena. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 3, 577-589, 2011.
- BHATTACHARYA, A. et al. Practical applications of manipulating plant architecture by regulating gibberellin metabolism. *Journal of Plant Growth Regulation*, 29(2): 249-256, 2010.
- CRUZ CRESPO, E. et al. Soluciones pulso en la calidad postcosecha de *Lisianthus (Eustoma grandiflorum Raf.)* cv. "Echo blue". *Agricultura Técnica de México*, 32(2): 191-200, 2006.
- DE CARAM, G. A. et al. Determinación de la curva de dilución de nitrógeno en diferentes fases fenológicas del girasol. *Agricultura Técnica (Chile)*, 67(2): 189-195, 2007.
- FIGUEROA, I. et al. Cambios fisiológicos en postcosecha de dos cultivares de rosa con diferente duración en florero. *Ciencia e Investigación Agraria*, 32(3): 209-219, 2005.
- FLORES RUVALCABA, J. S. et al. Crecimiento vegetativo y floral del crisantemo [*Dendranthema x grandiflorum (Ramat) Kitamura*] en respuesta a la presión osmótica de la solución nutritiva. *Revista Chapingo serie Horticultura*, 11(2): 241-249, 2005.
- HERNÁNDEZ FUENTES, A. D. et al. Conservación de flores de alstroemeria (*Alstroemeria spp.*) mediante soluciones preservativas en postcosecha. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 12(1): 19-25, 2006.
- HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ, F. et al. Diferencias anatómicas y uso de soluciones de pulso en dos cultivares de rosa (*Rosa sp.*). *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 15(2): 11-16, 2009.
- JUÁREZ LÓPEZ, P. et al. Comportamiento fisiológico postcosecha de tallos florales de rosa (*Rosa hybrida L.*) en respuesta al fósforo aplicado en precosecha. *Revista Bio Ciencias*, 1(2): 3-16, 2011.
- LEYVA OVALLE, O. R. et al. Polímero hidrofílico combinado con soluciones preservadoras en la vida de florero de tallos florales de rosa y heliconia. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 13(3): 551-559, 2011.
- MORALES, R. E. et al. Producción de biomasa y rendimiento de semilla de girasol (*Helianthus annuus L.*)- frijol (*Phaseolus vulgaris L.*) en función del nitrógeno y fósforo. *Ciencia Ergo sum*, 14(2): 177-183, 2007.
- PÉREZ BARRAZA, M. H. et al. Uso de giberelinas para modificar crecimiento vegetativo y floración en mango "Tommy Atkins" y "Ataulfo". *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 14(2): 169-175, 2008.
- REBOLLEDO, C. et al. Almacenamiento de postcosecha y vida en florero de follaje juvenil de *Eucalyptus gunnii* Hook. F. (Myrtaceae) para uso en floristería. *Agro Sur*, 35(2): 32-34, 2007.
- RUBIO, G. et al. Distribución de nitrógeno, fósforo y azufre en un cultivo de colza: efectos sobre el ciclado de nutrientes. *Ciencia del Suelo*, 25(2): 189-194, 2007.
- SALISBURY, F. B. y ROSS, C. W. *Fisiología Vegetal* (pp. 115-130). Grupo Editorial Iberoamérica, 2003.
- SUN, J. et al. Water relations and stamen abscission in cut flowers of selected myrtaceae. *Acta Horticulturae*, 543: 185-189, 2001.
- TAIZ, L. y ZEIGER, E. *Plant physiology and development* (pp. 432-435). US: Sinauer, 2015.
- TRUJILLO VILLAGARCÍA, B. A. et al. Efecto del CaCl₂ sobre la actividad enzimática antioxidante durante la vida de florero de gerbera (*Gerbera Jamesonii* H. Bolux Ex Hook F.). *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 12(2): 203-209, 2006.
- VAN MEETEREN, U. et al. Inhibition of water uptake after harvesting cut flowers role of air emboli and wound-induced processes in chrysanthemum. *Postharvest Biology and Technology*, 41, 70-77, 2006.
- WEI REN, S. et al. Improvement of postharvest vase life and flower bud opening in *Polianthes tuberosa* using gibberellic acid and sucrose. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 41, 1227-1230, 2001.

Uso de la flora tradicional de la Reserva de la Biósfera El Cielo, Tamaulipas

Use of the traditional flora of El Cielo Biosphere Reserve, Tamaulipas

Sergio Guillermo Medellín Morales¹, Ludivina Barrientos Lozano¹, Silvia del Amo Rodríguez², Pedro Almaguer Sierra¹, Sandra Grisell Mora Ravelo^{3*}

Medellín Morales, S. G., Barrientos Lozano, L., Del Amo Rodríguez, S., Almaguer Sierra, P., Mora Ravelo, S. G. Uso de la flora tradicional de la Reserva de la Biósfera El Cielo, Tamaulipas. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*. Número 69: 32-38, septiembre-diciembre 2016.

RESUMEN

La investigación se realizó en los ejidos Alta Cima y San José, Tamaulipas, desde diciembre de 2012 hasta marzo de 2014. El objetivo de la investigación fue determinar la riqueza de conocimiento etnobotánico de los habitantes locales por rangos de edad y por género. Se realizaron entrevistas al azar a 30% de los hogares; entrevistas a informantes de calidad y dos talleres participativos comunitarios. Se identificaron 156 plantas útiles y 62 familias botánicas, que representan 21% de la diversidad vegetal de la reserva. El grado de conocimiento en ambas comunidades es similar. La mayoría de las especies útiles son nativas en ambas comunidades, aunque hay mayor porcentaje de especies exóticas demandadas en San José. Se planteó la hipótesis de que aquellos informantes de mayor rango de edad y las mujeres son quienes poseen mayor conocimiento etnobotánico en las comunidades en estudio.

Palabras clave: área natural protegida, bosque de niebla, comunidades campesinas, etnobotánica.

Keywords: natural protected area, cloud forest, peasant communities, ethnobotany.

Recibido: 31 de julio de 2015, aceptado: 2 de junio de 2016

¹ Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria.

² Centro de Ecoalfabetización y Diálogo de Saberes, Universidad Veracruzana.

³ Instituto de Ecología Aplicada, Universidad Autónoma de Tamaulipas.

* Autor para correspondencia: sgmede@gmail.com

ABSTRACT

The research was conducted in the human settlements Alta Cima and San Jose, from December 2012 to March 2014. The main objective of the research was to determine the affluence of local people ethnobotanical knowledge by age and gender. Random interviews were performed in 30% of households; as well as quality informant interviews and two participatory community workshops. One hundred and fifty six useful plants and 62 botanical families, which represent 21% of plant diversity of the reserve, were identified. The degree of knowledge in both communities is similar. Most of the useful species are native in both communities, although there is a higher percentage of exotic species used in San Jose. The hypothesis raised was that elder and women local informants possess greater ethnobotanical knowledge at the studied communities.

INTRODUCCIÓN

En un sitio biodiverso, como el bosque de niebla de la Reserva de la Biósfera El Cielo (RBEC), que contiene 10% de la biodiversidad vegetal del país, es importante realizar estudios etnobotánicos que ayuden a comprender las formas de manejo, conocimientos y valores que las personas de estas comunidades construyen en torno al mismo. El objetivo de la investigación fue determinar la riqueza de conocimiento etnobotánico de los habitantes locales por rangos de edad y por género. Los

patrones de uso y manejo de la flora en ambientes montañosos suponen procesos de interacción entre sistemas sociales y ecosistemas naturales, se adaptan a los ciclos productivos de los mismos, a los nichos ecológicos resultantes de la verticalidad montañosa y a las transformaciones sociales del momento pasando de una generación a otra bajo una dinámica de transferencia y acumulación (Stringer et al., 2006).

Para el caso de la RBEC se han realizado diversos estudios, como los de Lara (1989), Hernández Sandoval et al. (1991), Mora López y Medellín Morales (1991), Garza et al. (2005), González Romo y Gispert (2005), Mora Olivo et al. (2005), Pérez Quilantán et al. (2005), Berrones Benítez y Medellín Morales (2007) y Medellín Morales y Osorio (2007). Solamente dos trabajos específicos tratan sobre la diversidad etnobotánica en la zona de estudio; el de González Romo y Gispert (2005) y el de Pérez Quilantán et al. (2005). En 1985, el decreto de la RBEC como área natural protegida incentivó el uso y manejo de las especies no maderables (Gobierno de Tamaulipas y TNC, 2011). Se plantea la hipótesis de que los informantes de mayor rango de edad y las mujeres poseen los mayores niveles de conocimiento sobre plantas en las comunidades en estudio.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en los ejidos Alta Cima y San José, municipio de Gómez Farías, Tamaulipas, México. Para obtener la información en campo se realizaron entrevistas semiestructuradas (Hoffman y Gallaher, 2007) a 30% de las unidades familiares (Alexiades, 1996) con el apoyo de la Ficha de Encuesta Etnobotánica Estandarizada según el modelo utilizado por el programa TRAMIL (Germosen Robineau, 1995)⁴; en la siguiente fase se seleccionó un grupo de 10 informantes de calidad para corroborar y/o mejorar la información recabada en la etapa previa a través de recorridos etnobotánicos por áreas de acción cotidiana, elaborando minierbarios y/o realizando registro fotográfico, materiales usados para animar la discusión en los grupos focales (Arias y Cárdenas López, 2007) al final de cada sesión (Hersch Martínez y González Chévez, 1996).

Las muestras botánicas recolectadas fueron prensadas, secadas e identificadas según la técnica estándar (Alexiades, 1996) e incorporadas al Herbario del Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria (ITCV); para la determinación se utilizaron claves taxonómicas como Flora de Veracruz, Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes y Flora de Guatemala, así como cotejo con los ejemplares del Herbario del ITCV. La información etnobotánica fue recopilada en tres periodos: desde diciembre de 2012 hasta noviembre de 2013 (encuestas etnobotánicas); desde diciembre de 2013 hasta marzo de 2014 (caminatas etnobotánicas) y desde abril hasta septiembre de 2014 (grupos focales y talleres participativos). El análisis de la información incluyó el cálculo de los siguientes índices (Toscano González, 2006):

Índice de riqueza: riqueza de conocimiento que tiene una persona sobre las posibilidades de uso de flora en su región.

$$RQZ = \frac{\text{Valor EU Máximo}}{\Sigma \text{EU}}$$

en donde (RQZ)= riqueza de conocimiento que tiene una persona de las especies útiles en relación con todas las especies útiles encontradas en la región; (EU)= número de especies útiles registradas por una persona; (Valor EU Máximo)= total de especies útiles reportadas en la región por todas las personas participantes del estudio. El valor de este índice varía entre 0 y 1, donde 1 es el valor máximo de conocimiento de la biodiversidad útil de la región.

Diversidad de uso: cuantificación del número de especies vegetales utilizadas por categorías de uso, así como análisis de la relación de especies exóticas y nativas que componen cada categoría de uso. Se utiliza el índice de uso de especies exóticas (EXÓT) vs. especies nativas (NAT), que hace referencia a la importancia de uso que tienen las especies nativas en relación con las especies exóticas o foráneas para cada usuario. Se calcula así:

$$NAT = \frac{\Sigma \text{EU Nat}}{\Sigma \text{EU}}$$

$$EXG = \frac{\Sigma \text{EUExót}}{\Sigma \text{EU}}$$

⁴ En la Ficha de Encuesta Etnobotánica se solicitaron datos personales (nombre, edad, sexo, escolaridad, lugar de nacimiento propio y de sus padres, actividad a la que se dedica) y los relativos a las plantas útiles (nombre local, forma biológica, lugar de obtención, época de obtención, partes usadas y tipos de uso).

donde ($EU\ Nat$)= número de especies útiles nativas reportadas por una persona; (EU)= número de especies útiles usadas por una persona; ($EU\ Exót$)= número de especies útiles exóticas reportadas por una persona. Estos valores se comparan para determinar cuál índice es mayor para cada persona, se indica cuáles especies son las más importantes para el mismo. La suma de valores de NAT y EXÓT siempre será 1.

Para el análisis estadístico se compararon las medias del índice de riqueza en cada localidad con la prueba t de Student.

RESULTADOS

Descripción de las comunidades

Ambas comunidades se encuentran ubicadas en el cinturón de bosque de niebla de la RBEC, entre los 900 y 1,300 m.s.n.m., en una porción de la Sierra Madre Oriental conocida como Sierra de Guatemala. La RBEC tiene una extensión de 144,530.51 ha y está situada al suroeste del estado de Tamaulipas (Gobierno de Tamaulipas y TNC, 2011). Son similares en cuanto a la estructura y composición poblacional (120 en Alta Cima y 100 en San José). En ambas comunidades se presenta una mezcla heterogénea respecto al origen étnico de sus habitantes: habitantes locales y emigrantes (o sus descendientes) de los estados de Michoacán, Hidalgo y Estado de México.

Las principales actividades productivas son la agricultura de temporal (maíz, frijol, calabaza, nopal verdura y cúrcuma) y el manejo de huertos familiares con frutales (durazno y guayaba). Los principales ingresos provienen de la extracción de hojas de palmilla (*Chamaedorea radicalis* Mart.) y, recientemente, prestación de servicios ecoturísticos por cooperativas campesinas (Gobierno de Tamaulipas y TNC, 2011).

Los habitantes locales y la diversidad de conocimientos

Los campesinos que participaron en el estudio fueron 20 hombres y 20 mujeres, con promedio de edad de 45 y 42 años, respectivamente. El 70% de ellos son oriundos de la región y han vivido toda su vida allí; el



Figura 1. Mujer campesina mostrando dos plantas útiles del bosque de niebla de la RBEC: flor de mayo (*Laelia speciosa* (Kunth) Schl.) y nopal (*Nopalea cochenillifera* L.) Salm-Dyck. Fotografía tomada por los autores.

otro 30% son inmigrantes de otras regiones serranas del país⁵ con una historia de ocupación del área de al menos 40 años. El total de especies vegetales útiles en las comunidades estudiadas fue de 156 taxa. Los valores obtenidos mediante la aplicación del índice de riqueza (RQZ) no muestran diferencias significativas (Tabla 1) en el acervo de conocimiento sobre las plantas.

Tabla 1. Prueba t de Student de las medias de plantas útiles por localidad

	Alta Cima	San José
Media	28.5	26.6
Varianza	22.1578947	11.2
Observaciones	20	20
Varianza agrupada	16.6789474	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	38	
Estadístico t	1.47119175	
$P(T \leq t)$ una cola	0.0747363	
Valor crítico de t (una cola)	1.68595446	
$P(T \leq t)$ dos colas	0.1494726	
Valor crítico de t (dos colas)	2.02439416	

En Alta Cima los usuarios conocen 75% de las 156 especies identificadas para la zona de estudio y en San José los usuarios conocen 63% (Tabla 2).

⁵ La mayoría llegó a la región en la época de 1950-1960 cuando los aserraderos estaban en boga en la RBEC. Estas empresas contrataban personas que "iban siguiendo" a los aserraderos.

Tabla 2. Índices de conocimiento (RQZ) en las comunidades en estudio

Comunidad	Taxa útiles	Taxa nativas	Taxa exóticas	RQZ Total	% Conocim
Alta Cima	117	65	52	0.75	75%
San José	98	42	59	0.63	63%
Ambas comunidades	156	97	59		

Los valores promedio de conocimiento (RQZ) en ambas comunidades es similar; sin embargo, se identifica el valor más alto (0.33) y más bajo (0.18) en Alta Cima. Los datos muestran que cada persona es poseedor de una porción del conocimiento integral de la región y que, posiblemente, esté relacionado con su estrategia de vida. Los habitantes locales continúan apostándole a la agricultura de subsistencia y a otras alternativas de aprovechamiento integral del bosque (sobre todo de especies no maderables). En la información proporcionada por los campesinos entrevistados hubo marcadas diferencias, el total de los informantes identifican y usan entre 18 y 34% de las plantas encontradas en la zona ocupada por ambas comunidades.

Al relacionar el índice de conocimiento (RQZ) con los rangos de edad, los valores más altos se encontraron entre los usuarios de edad mediana, tal

vez debido a que son personas que están más activas en las labores agrícolas y en el aprovechamiento del bosque (sobre todo de la palmilla). Al relacionar el RQZ con los rangos de edad a nivel de ambas zonas de estudio, en Alta Cima los mayores valores de RQZ se encuentran en el grupo etario de 41 a 50 años de edad, mientras que en San José corresponden a los de mayor edad (61 y más). Cuando observamos lo que sucede con la riqueza de conocimientos de plantas nativas y exóticas encontramos que el grupo etario que más sabe de plantas nativas, pero menos de exóticas, es el de 41 a 50 años de edad en Alta Cima (Tabla 3).

En lo que respecta al nivel de conocimiento etnobotánico por género, según los datos aportados (Tabla 4) a nivel general, los hombres de Alta Cima poseen un mayor acervo que las mujeres; mientras que en San José estos valores son similares para

Tabla 3. Grupos etarios y riqueza de conocimiento (RQZ) en las comunidades estudiadas

Rangos de edad	ALTA CIMA						SAN JOSÉ					
	# spp. prom	RQZ prom	# spp. nat	RQZ nat	# spp. exót	RQZ exót	# spp. prom	RQZ prom	# spp. nat	RQZ nat	# spp. exót	RQZ exót
20-30	25	0.21	11	0.16	14	0.27	26	0.26	14	0.33	12	0.21
31-40	27	0.23	16	0.24	12	0.22	0	0	0	0	0	0
41-50	31	0.27	23	0.35	8	0.16	28	0.28	20	0.47	8	0.14
51-60	27	0.23	21	0.32	6	0.11	24	0.24	14	0.33	10	0.18
61 y +	29	0.24	15	0.23	14	0.27	29	0.29	18	0.43	10	0.19

Alta Cima: 117 spp. (65 nativas y 52 exóticas); San José: 98 spp. (42 nativas y 56 exóticas).

Tabla 4. Riqueza de conocimiento (RQZ) por género en las comunidades estudiadas

Rangos de edad	HOMBRES (H)						MUJERES (M)					
	# spp. prom	RQZ prom	# spp. nat	RQZ nat	# spp. exót	RQZ exót	# spp. prom	RQZ prom	# spp. nat	RQZ nat	# spp. exót	RQZ exót
Alta Cima	29	0.25	19	0.29	10	0.19	28	0.24	16	0.25	11	0.22
San José	27	0.27	18	0.44	8	0.15	26	0.27	15	0.35	11	0.20

Alta Cima: 117 spp. (65 nativas y 52 exóticas); San José: 98 spp. (42 nativas y 56 exóticas).

ambos géneros. Sin embargo, cuando se analiza lo relativo al conocimiento de especies nativas y exóticas, los habitantes de San José muestran índices de conocimiento (RQZ) más elevados sobre taxa nativos que en Alta Cima, para ambos sexos. En contraposición, en Alta Cima se encontraron los índices de conocimiento más elevados para taxa exóticos, en hombres y mujeres.

Hay diferencias significativas en cuanto a las especies utilizadas por hombres y mujeres en ambas comunidades (Tabla 5).

DISCUSIÓN

Al relacionar el índice RQZ con los rangos de edad, los valores numéricos más altos se encuentran entre los grupos etarios de 41 a 50 años y de 61 y más, hecho que puede atribuirse a que estas personas tradicionalmente están ligadas al aprovechamiento del bosque, especialmente a la recolección de palmilla (*Chamaedorea radicalis* Mart.). Esto concuerda parcialmente con lo identificado en comunidades campesinas, donde a medida que aumenta la edad de los informantes aumenta la

Tabla 5. Prueba *t* para dos muestras suponiendo varianzas iguales

	Mujer	Hombre	
Media	20.66666667	28	
Varianza	53.76470588	11.9047619	
Observaciones	18	22	
Varianza agrupada	30.63157895		
Diferencia hipotética de las medias	0		
Grados de libertad	38		
Estadístico <i>t</i>	-4.169023388		
$P(T \leq t)$ una cola	8.52381E-05*		
Valor crítico de <i>t</i> (una cola)	1.68595446		
$P(T \leq t)$ dos colas	0.000170476*		
Valor crítico de <i>t</i> (dos colas)	2.024394164		
	Mujer	Hombre	
Media	20.66666667	Media	28
Error típico	1.728273157	Error típico	0.735612
Mediana	22	Mediana	28
Moda	26	Moda	28
Desviación estándar	7.332442014	Desviación estándar	3.450328
Varianza de la muestra	53.76470588	Varianza de la muestra	11.90476
Curtosis	-1.458569948	Curtosis	0.195241
Coefficiente de asimetría	-0.274513672	Coefficiente de asimetría	-0.26015
Rango	21	Rango	15
Mínimo	9	Mínimo	20
Máximo	30	Máximo	35
Suma	372	Suma	616
Cuenta	18	Cuenta	22

*Si hay significancia, hay diferencias entre spp. utilizadas por H y M.

riqueza de conocimiento, y son los ancianos quienes más valoran y conocen las plantas (León Suquilanda et al., 2006; Ramos Hernández et al., 2007; Morales et al., 2011; Mercado, 2013).

Es importante resaltar que en los grupos etarios de jóvenes se mantienen altos valores de RQZ, lo cual contrasta con lo encontrado por autores como León Suquilanda et al. (2006) y Morales et al. (2011), quienes evidencian la pérdida parcial del conocimiento tradicional entre jóvenes campesinos por aculturación, migración y nula transmisión de información. Cuando se habla de RQZ a nivel de género no hay coincidencia; en Alta Cima los hombres conocen más que las mujeres, en San José en algunos casos las mujeres son las que poseen mayor conocimiento, v. gr. en plantas medicinales, alimentos, así como magicorreligiosas (Toscano González, 2006; Mercado, 2013; Bautista Cifuentes, 2015), al igual que los chamanes o curanderos (McDaniel y Alley, 2005). En otros casos son los hombres quienes más conocen de plantas, v. gr. cuando se trata de plantas forestales (madera, postes, vigas, no maderables o para aserrío) (León Suquilanda et al., 2006).

Con respecto al conocimiento de plantas nativas vs. exóticas, San José muestra RQZ más elevados para especies nativas y Alta Cima para especies exóticas; tanto para hombres como para mujeres. Algunos autores cuestionan la alta incidencia de plantas exóticas en el RQZ, atribuyen su predominancia como parte de un proceso de aculturación y un peligro para la permanencia

del conocimiento tradicional; sin embargo, Bennet y Prance (2000) lo ven como el resultado de una estrategia de diversificación con tal de que esta incursión de nuevas especies y prácticas foráneas no sustituyan o desplacen a las nativas o redunden en homogeneización de las prácticas de manejo (McDaniel y Alley, 2005).

CONCLUSIONES

En la riqueza de conocimiento sobre plantas, la primera parte de la hipótesis no se comprueba al observarse un nivel de conocimiento homogéneo en los diferentes grupos etarios, sólo en la comunidad de Alta Cima existe una diferencia significativa en el grupo etario de 41 a 50 años. La segunda parte de la hipótesis que dice que las mujeres son quienes más conocen sobre plantas, tampoco se comprobó, ya que en una de las comunidades fueron los hombres (Alta Cima) y en la otra (San José), los valores son iguales. Este estudio permitió comprobar que el conocimiento etnobotánico se encuentra disperso entre los diferentes grupos de edad, donde cada grupo etario es poseedor de una pequeña porción de los conocimientos sobre plantas útiles en el bosque de niebla de la RBEC. Aquí las estrategias de vida diversificada mantienen en estas comunidades un sistema de conocimiento más complejo y especializado, lo cual es importante para la permanencia y subsistencia de dichos grupos campesinos que deben ser considerados en el diseño y desarrollo de modelos de manejo de recursos vegetales adaptativos con base en el conocimiento de los pobladores locales.

LITERATURA CITADA

- ALEXIADES, M. N. Standard techniques for collecting and preparing herbarium specimens. En M. N. ALEXIADES (Ed.), *Selected guidelines for ethnobotanical research: a field manual*. Advances in Economic Botany 10 (pp. 99-126). New York, US: The New York Botanical Garden, 1996.
- ARIAS, G. J. C. y CÁRDENAS LÓPEZ, D. *Manual de identificación, selección y evaluación de oferta de productos forestales no maderables*. Bogotá, Colombia: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas-Sinchi, 32 pp., 2007.
- BAUTISTA CIFUENTES, R. W. *Etnobotánica de plantas medicinales y alimenticias nativas de Mesoamérica, en diez comunidades del Municipio de San Cristóbal Cucho, Departamento de San Carlos, Guatemala*. Tesis de Doctorado. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, 141 pp., 2015.
- BENNET, B. C. y PRANCE, G. T. Introduced plants in the indigenous pharmacopoeia of Northern South America. *Economic Botany*, 54(1): 90-102, 2000.
- BERRONES BENÍTEZ, E. y MEDELLÍN MORALES, S. G. *El uso de las plantas en la gastronomía de la Huasteca Tamaulipeca*. Cd. Victoria, Tamaulipas, México: Instituto Tamaulipeco para la Cultura y las Artes, 149 pp., 2007.
- GARZA, M. et al. Los sistemas de producción en la vertiente semiárida. En G. SÁNCHEZ RAMOS, P. REYES y R. DIRZO (Eds.), *Historia Natural de la Reserva de la Biósfera El Cielo, Tamaulipas, México* (pp. 619-624). Cd. Victoria, Tamaulipas, México: Universidad Autónoma de Tamaulipas, 2005.

- GERMOSEN ROBINEAU, L. *Hacia una farmacopea caribeña*. Santo Domingo, República Dominicana: Edición TRAMIL 7 Enda-Caribe-UAG-Universidad de Antioquia, 75 pp., 1995.
- GOBIERNO DE TAMAULIPAS y THE NATURE CONSERVANCY. *Plan de Conservación de la Reserva de la Biósfera El Cielo, Tamaulipas*. Cd. Victoria, Tamaulipas, México: Autor, 126 pp., 2011.
- GONZÁLEZ ROMO, C. y GISPERT, M. Etnobotánica de los solares. En G. SÁNCHEZ RAMOS, P. REYES y R. DIRZO (Eds.), *Historia Natural de la Reserva de la Biósfera El Cielo, Tamaulipas, México* (pp. 579-590). Cd. Victoria, Tamaulipas, México: Universidad Autónoma de Tamaulipas, 2005.
- HERNÁNDEZ SANDOVAL, L. et al. Plantas útiles de Tamaulipas. *Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica*, 62(1): 1-38, 1991.
- HERSCH MARTÍNEZ, P. y GONZÁLEZ CHÉVEZ, L. Investigación participativa en etnobotánica. Algunos procedimientos coadyuvantes en ella. *Dimensión Antropológica*, 8(septiembre-diciembre): 129-153, 1996.
- HOFFMAN, B. y GALLAHER, T. Importance indices in ethnobotany. *Ethnobotany Resources & Applications*, 5, 201-218, 2007.
- LARA, M. Estudio preliminar de las especies vegetales visitadas por *Apis mellifera* en la Reserva de la Biósfera El Cielo. *Revista Biotam*, 1(1): 14-18, 1989.
- LEÓN SUQUILANDA, L. M. et al. Floristic composition, structure, endemic & ethnobotany in the native forest "El Colorado", in Puyango, Province of Loja. *Lyonia*, 10(2): 105-115, 2006.
- McDANIEL, J. y ALLEY, K. Connecting local environmental knowledge and land use practices: a human ecosystem approach to urbanization in West Georgia. *Urban Ecosystems Netherlands*, 8, 23-38, 2005.
- MEDELLÍN MORALES, S. y OSORIO, H. *Manual de medicina veterinaria tradicional en la Huasteca Tamaulipeca*. Cd. Victoria, Tamaulipas, México: Instituto Tamaulipeco para la Cultura y las Artes, 72 pp., 2007.
- MERCADO, A. *Estudio de las plantas medicinales usadas por los cuicatecos en la localidad de Santos Reyes Papalo, Cuicatlán, Oax.* Tesis Biología. México: UNAM, 159 pp., 2013.
- MORA LÓPEZ, J. L. y MEDELLÍN MORALES, S. Los núcleos campesinos de la Reserva de la Biósfera El Cielo: ¿aliados en la conservación? *Revista Biotam*, 4(2): 13-40, 1991.
- MORA OLIVO, A. et al. Las plantas forrajeras. En G. SÁNCHEZ RAMOS, P. REYES y R. DIRZO (Eds.), *Historia Natural de la Reserva de la Biósfera El Cielo, Tamaulipas, México* (pp. 610-618). Cd. Victoria, Tamaulipas, México: Universidad Autónoma de Tamaulipas, 2005.
- MORALES, R. et al. Biodiversidad y Etnobotánica en España. *Memorias Real Sociedad Española de Historia Natural*, 9(2ª ép.): 157-207, 2011.
- PÉREZ QUILANTÁN, L. et al. Las plantas comestibles silvestres. En G. SÁNCHEZ RAMOS, P. REYES y R. DIRZO (Eds.), *Historia Natural de la Reserva de la Biósfera El Cielo, Tamaulipas, México* (pp. 604-609). Cd. Victoria, Tamaulipas, México: Universidad Autónoma de Tamaulipas, 2005.
- RAMOS HERNÁNDEZ, M. et al. Etnobotánica y ecología de plantas utilizadas por tres curanderos contra la mordedura de serpiente en la región de Acayuacan, Veracruz, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 81, 89-100, 2007.
- STRINGER, L. C. et al. Unpacking "participation" in the adaptive management of social-ecological systems: a critical review. *Ecology and Society, Nova Scotia*, vol. 11(2): 39, 2006.
- TOSCANO GONZÁLEZ, J. Y. Uso tradicional de plantas medicinales en la vereda San Isidro, Municipio de San José de Pare-Boyacá: un estudio preliminar usando técnicas cuantitativas. *Acta Biológica Colombiana*, 11(2): 137-146, 2006.

Análisis de corrosión en aceros con recubrimientos impacta en la competitividad en la industria metalmecánica de Mexicali

Corrosion analysis in coated steels impacts competitiveness in the metalmechanic industry of Mexicali

Gustavo López Badilla^{1*}, César Sánchez Ocampo¹, Judith Marisela Paz Delgadillo¹, Juan Carlos Ling López¹

López Badilla, G., Sánchez Ocampo, C., Paz Delgadillo, J. M., Ling López, J. C. Análisis de corrosión en aceros con recubrimientos impacta en la competitividad en la industria metalmecánica de Mexicali. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*. Número 69: 39-46, septiembre-diciembre 2016.

RESUMEN

Se realizó un análisis del uso de tres metales principales como lo son el cobre, cromo y níquel, que se aplican como proceso de deposición para protección de aceros ante la presencia de ambientes agresivos en interiores de la industria metalmecánica ubicada en Mexicali y que fabrica productos de acero. Aun con la aplicación de los métodos de cobreado, cromado y niquelado, en los procesos de manufactura se presentaba el proceso de corrosión en menor grado. El análisis se realizó en el año 2013 en la empresa señalada donde los factores principales de la generación de corrosión fueron la humedad y temperatura como variables climáticas, aunadas a los niveles de bióxido de azufre (SO₂) como parámetro ambiental. Además, se evaluó la funcionalidad de la protección en los productos con aceros para evitar la generación de corrosión con análisis de microscopía de barrido electrónico (MBE).

ABSTRACT

An analysis was made of the use of three main metals such as copper, chromium and nickel, which are applied as a deposition process for the protection

Palabras clave: industria metalmecánica, materiales metálicos, corrosión atmosférica, clima y contaminación, costos.

Keywords: metallurgical industry, metallic materials, atmospheric corrosion, climate and pollution, costs.

Recibido: 30 de junio de 2015, aceptado: 13 de mayo de 2016

¹ Universidad Politécnica de Baja California.
* Autor para correspondencia: glopezbadilla@yahoo.com

of steel in the presence of aggressive environments in the metalworking industry located in Mexicali and that manufactures products of steel. Even with the application of the methods of copper, chromium and nickel, in the manufacturing processes the process of corrosion was presented to a lesser degree. The analysis was carried out in 2013 in the company indicated where the main factors of the corrosion generation were the humidity and temperature as climatic variables, coupled with the levels of sulfur dioxide (SO₂) as an environmental parameter. In addition, the functionality of the protection in products with steels was evaluated to avoid the corrosion generation with scanning electron microscopy (MBE) analysis.

INTRODUCCIÓN

Los materiales que conforman los tipos de acero son muy utilizados en operaciones donde se aplican fuerzas de gran escala y se requieren esfuerzos importantes para contrarrestarlas, como en estructuras de edificaciones, puentes y astilleros, principalmente (López Badilla et al., 2012b). La industria metalmecánica es una de las que generan mayores ganancias a países como México, que comercializa metales duros y blandos principalmente compuestos por hierro, cromo, cobre y níquel, en conjunto con el carbono (López Badilla et al., 2012a).

Etapas de fabricación en la industria metalmecánica

La fundición de metales se desarrolla a gran escala en la industria metalmecánica, con procesos donde se transforman minerales metálicos en materiales de tipo comercial para obtener productos que se utilizan en la vida cotidiana. Los metales procesados

se utilizan para fabricar componentes de máquinas, equipos, instrumentos y herramientas que son necesarios para otras industrias, así como para otros sectores de la economía (Reardon, 2011). Varios tipos de metales y aleaciones se utilizan como materia prima, incluso el laminado para manufacturar barras, tiras, perfiles ligeros, hojas o tubos (CEC, 2006). Los metales son moldeados por los siguientes procesos:

- Fundición. El material metálico es fundido y se vierte en un molde.
- Forja. El material metálico se forma utilizando el martillo.
- Rodamiento. El material metálico se pasa a través de rodillos sucesivamente más estrechos para crear una hoja.
- Revestimiento láser. El polvo metálico se sopla a través de un haz láser móvil y el metal fundido resultante alcanza un sustrato para formar un baño de fusión.
- Extrusión. Un metal caliente y maleable es forzado bajo presión a través de una boquilla, que da forma antes de que se enfríe.
- Sinterización. Un metal en polvo se calienta en un ambiente no oxidante después de haber sido comprimido en una matriz.
- Mecanizado. En este proceso se utilizan tornos, fresadoras, taladros y cortadora en frío para dar forma.

Los procesos de trabajo en frío, donde la forma del producto se ve alterada por un rodamiento, pueden aumentar la resistencia del producto por un proceso llamado endurecimiento de trabajo. Esta propiedad del acero crea defectos microscópicos en el metal, que resisten más cambios de forma. Existen varias formas de fundición en la industria y el mundo académico. Una amplia variedad de técnicas se utilizan para terminar metales (Zhang y Zirkian, 2015); entre ellas molienda y pulido, chorreado abrasivo y muchas otras de acabado y revestimiento de superficie (galvanoplastia, galvanización, tratamiento térmico, anodización, revestimiento en polvo y así sucesivamente).

Materiales utilizados en la industria metalmeccánica

Los metales de ingeniería comunes incluyen al aluminio, cromo, cobre, hierro, magnesio, níquel, titanio y zinc, y son los más utilizados como aleaciones y desarrollo de materiales metálicos para esta industria. Se ha destinado mucho esfuerzo en la comprensión del sistema de aleación hierro-carbono, que incluye aceros y hierros fundidos

(Davids et al., 2004). Los aceros lisos de carbono son los que contienen esencialmente sólo carbono como elemento de aleación, son muy utilizados por su bajo costo, las aplicaciones de alta resistencia, y en operaciones donde el peso y la corrosión no son un problema. La fundición, que incluye hierro dúctil, es también parte del sistema hierro-carbono. El acero inoxidable o acero galvanizado se utiliza cuando es importante la resistencia a la corrosión (Bringas, 2004).

Tipos de acero

Los aceros son una gran familia de metales, con aleaciones de hierro en el que se mezcla con carbono y otros elementos suaves con diferentes porcentajes de carbono a nivel alto (de 0.45% a 1.5%), medio (de 0.25% a 0.45%) y bajo (0.35%), aunque nunca es mayor de 1.5% (Zirkian y Zhang, 2015). El acero es una aleación principalmente de hierro y carbono que se utiliza ampliamente en la construcción y otras aplicaciones debido a su fuerza, dureza y resistencia a la tracción. El carbono en aleaciones de acero típico podrá destinar hasta 2.1% de su peso atómico. La variación de la cantidad de elementos de aleación genera la forma del acero, ya sea como elementos de soluto o fases como precipitados, lo que retarda el movimiento de las dislocaciones que hacen que el hierro sea dúctil y débil y, por tanto, controla la dureza, ductilidad y resistencia a la fuerza de tracción. La fuerza de acero en comparación con el hierro puro solamente es posible por la ductilidad, por tener exceso de hierro (Fernández Miranda, 2006).

Propiedades de los aceros

Las propiedades de un acero están estrechamente relacionadas con su composición. Por ejemplo, existe una gran diferencia de dureza entre el acero en una lata de bebida y el utilizado para fabricar tijeras (ASTM, 2000). El rápido enfriamiento con agua fría de un acero cuando está al rojo vivo genera que sea más frágil, por lo que se debe enfriar lentamente. El tratamiento térmico es otro método que la siderúrgica utiliza para hacer que las propiedades del acero coincidan con lo requerido según el tipo de industria (CEC, 2006).

Corrosión en aceros

La corrosión es la ruina gradual de materiales (normalmente metales) por exposición a ambientes agresivos o no agresivos y la generación de una reacción química con su entorno (López Badilla et al., 2012b). Los metales pueden reaccionar con

algún tipo de contaminante del aire o con el oxígeno que causa una oxidación electroquímica, es muy propensa en los aceros y produce óxidos de hierro principalmente.

La corrosión modifica las propiedades fisico-químicas de los aceros y promueve su deterioro, lo que en ocasiones conlleva consecuencias fatales. Muchas aleaciones estructurales de acero se corroen simplemente por la exposición a la humedad en el aire, pero el proceso puede ser fuertemente afectado por la exposición a ciertas sustancias contaminantes.

Procesos de recubrimiento en aceros como protección contra la corrosión

Los metales son los materiales que más se utilizan para las plantas industriales, casas, edificios, puentes, automóviles y electrodomésticos. A medida que se exponen a ambientes agresivos de zonas áridas como el de la ciudad de Mexicali (López Badilla et al., 2012a) se genera corrosión en interiores de empresas. Esto debido a la presencia de sulfuros como principal agente poluto originario de la central geotérmica con el sulfuro de hidrógeno (H_2S) y derivados del azufre como el bióxido de azufre (SO_2), surgido del tráfico vehicular y lagunas de oxidación ubicadas en algunas áreas de la ciudad. Para garantizar la calidad y protección de productos de acero y la estabilidad de ganancias del mercado, las industrias metalmeccánica y de otras áreas en Mexicali han utilizado diferentes tipos de recubrimientos metálicos (López Badilla et al., 2012b). Existen dos factores determinantes de los revestimientos de metal, uno es para la protección contra corrosión por la aplicación de una capa de construcción firme y el otro es la capa de acabado decorativo apropiado (Zirakian y Zhang, 2015). Los recubrimientos metálicos más comunes y populares son (ASTM, 2000):

a) Cobreado. El recubrimiento con cobre es el proceso en el que una película de dicho material se deposita sobre el elemento metálico que se desee proteger mediante el uso de una corriente eléctrica. Existen tres tipos básicos de procesos de cobreado disponibles comercialmente basados en procedimientos complejos

1. Baño alcalino. Se realiza con soluciones de cianuro.
2. Baño con ácido. Se lleva a cabo con sulfatos y fluoruroboratos.
3. Baño con fosfato puro. Se elabora con un ligero baño con sustancias alcalinas.

b) Cromado. Este proceso se utiliza con la técnica de galvanoplastia, al depositar una película delgada de protección en el metal a proteger; la película de cromado puede ser para aspecto decorativo o de resistencia a la corrosión, para facilitar los procedimientos de limpieza o aumentar la dureza de la superficie. El proceso de cromado incluye las siguientes etapas:

1. Actividad de limpieza manual. Se desarrolla para eliminar todas las trazas residuales de la suciedad y las impurezas de la superficie dejadas por la operación con el desengrasante.
2. Diversos pretratamientos. Se lleva a cabo dependiendo del sustrato a aplicar para la deposición del cromo.
3. Colocación del recubrimiento. Se realiza la deposición del cobre en el material a proteger a alta temperatura cercana a los $150^\circ C$.
4. Conductividad eléctrica. Se le suministra una corriente eléctrica en el orden de 10 microamperios.

c) Niquelado. En este proceso se utiliza la galvanoplastia para realizar los depósitos con películas muy finas sobre los metales a proteger. La película de níquel puede ser para decoración, resistencia a corrosión o al desgaste, antes que nada. La galvanoplastia de níquel es un proceso de deposición de este material sobre una pieza de metal, cuyos fragmentos para ser recubiertos deben estar limpios y libres de suciedad, corrosión y defectos de las placas. Para limpiar y proteger la pieza durante el proceso de recubrimiento se utilizan métodos de tratamiento térmico, limpieza y decapado, principalmente. Una vez que la pieza ha sido preparada se sumerge en una solución de electrolitos y se utiliza como cátodo. El ánodo de níquel se disuelve en el electrolito en forma de iones de níquel. Los iones viajan a través de la solución y se depositan sobre el cátodo.

Posprocesamiento y costos de fabricación con materiales para recubrimientos metálicos

El uso de los metales utilizados en esta investigación para procesos de recubrimiento de aceros fabricados como artículos manufacturados en la ciudad de Mexicali se basa en varios factores y uno de importancia es su precio (CEC, 2006). Este aspecto considerado en la manufactura implica una técnica adicional para dar mayor protección contra la corrosión a los productos de acero y se une a los costos de fabricación en cada metal protector.

Acerca de los precios de los metales utilizados en esta investigación, el del cobre es de 3.2dls/lb, el cromo 1.2dls/lb y, por último, el níquel 8.6dls/lb. A estos precios se agregan los costos de operación de recubrimiento dependiendo del área a cubrir, el cromo realiza el proceso más rápido, después el cobre y, por último, el níquel.

MATERIALES Y MÉTODOS

La exposición de aceros a procesos electroquímicos en periodos de humedad y temperatura mayores a 80% y 30 °C, aunados a niveles de concentración de sulfuros principalmente, en la ciudad de Mexicali, requiere recubrimientos que brinden la protección adecuada para evitar la corrosión. Esto ha conllevado utilizar varios tipos de depósitos metálicos para proteger los aceros y con ello mantenerlos mayor tiempo con vida. Además, se consideró que en algunos lugares cerrados de la empresa evaluada con procesos de manufactura se generaron ambientes agresivos por la presencia de sulfuros con niveles mayores a los permitidos por los estándares de calidad del aire. Dichos estándares son regulados por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales en México (SEMARNAT) y la *Environmental Protection Agency* (EPA) en Estados Unidos. De acuerdo con esto se desarrolló la investigación en 2013 en la empresa de metalmecánica instalada en Mexicali para determinar con base en ensayos experimentales el tipo de recubrimiento (cobre, cromo o níquel) al considerar el tipo y gastos del proceso para proteger los aceros, además de los costos de los metales usados como depósitos de protección. A continuación se mencionan las operaciones elaboradas:

- Se evaluaron las técnicas de la empresa referidas a niveles térmicos y se verificó si los índices de humedad y temperatura mayores a 80% y 30 °C tenían un efecto en al menos una pequeña variación en la temperatura de los hornos o fases de fabricación que alteraran algún tipo de

característica de los aceros manufacturados. Los niveles de concentración del bióxido de azufre (SO₂) y óxidos de nitrógeno (NO_x) se obtuvieron con el analizador de gases Lancom III-AMETEK.

- Se determinaron los costos de los metales usados como depósitos de protección con base en la afluencia de los mercados y la cantidad de compraventa para ser utilizados, además de los gastos generados en los procesos de fabricación de la empresa evaluada.
- Se realizaron microanálisis de los aceros con base en los estándares ASTM (2000) con los tres tipos de recubrimientos para determinar el de mayor protección y correlacionarlo con los costos del metal y de fabricación.

RESULTADOS

La presencia de corrosión en la industria metalmecánica de Mexicali genera gastos extra de los materiales al protegerlos del alto nivel de la misma, propia de la región. Esto incrementa los costos de producción en estas empresas y en compañías de ciudades con climas similares.

Análisis de procesos de manufactura en empresa metalmecánica

La mayoría de las etapas de fabricación de la empresa evaluada con el giro metalmecánico contienen procesos complejos, una es la de horno de hogar abierto (usado por el alto punto de fusión de acero), arco eléctrico (utilizado mediante convenios de empresas que suministran energía eléctrica) y de refinación (usado para oxidar con oxígeno a alta presión el carbono y otros elementos para obtener el acero). Las etapas en específico son las siguientes:

Con base en las etapas del diagrama de la Figura 1 se realizaron análisis de correlación de productos fabricados en buen estado y defectuosos, costos de fabricación considerando al personal, además de equipos y máquinas de la empresa evaluada. Estos factores mencionados se relacionaron con los

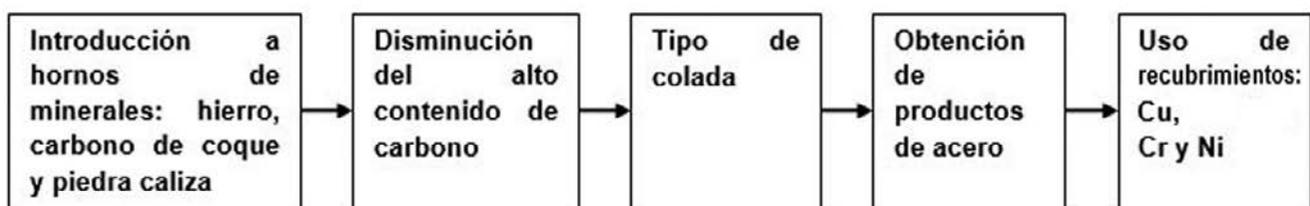


Figura 1. Etapas de fabricación del acero. Elaboración propia.

índices de humedad relativa (HR) y temperatura y con los niveles de concentración de SO_2 y NO_x , como se muestra en la Tabla 1. Ahí se observa que en los periodos de invierno disminuyen los niveles de producción e incrementan los productos defectuosos; mientras que los costos requeridos para trabajos de tiempo extra por artículos defectivos se incrementan en mayor proporción en la misma época. El rendimiento operativo del personal, además de los equipos y maquinaria industrial en época invernal fue mayor que en la veraniega y los índices de humedad relativa se presentaron con mayor intensidad en dicho periodo, así como los niveles de concentración de los contaminantes evaluados, y los índices de temperatura fueron mayores en la época de verano.

Aunado al análisis de producción con cobre, cromo y níquel, usados en las etapas de manufactura de los recubrimientos como materia prima, se colocaron los gastos de procesos de fabricación con los métodos de protección de los aceros, como se menciona en la Tabla 2. En esta evaluación se consideraron las cantidades en gramos del producto de deposición de cada metal en el acero, además de los periodos requeridos en el proceso del recubrimiento de cada metal.

La Tabla 2 muestra el efecto que tiene el proceso de recubrimiento en cada metal con una figura geométrica redonda, de acuerdo a sus características físicas y químicas en correlación con los precios del procedimiento de deposición. Conforme se incrementa el diámetro del área a cubrir y el espesor del recubrimiento aumentan la cantidad en gramos del metal a cubrir, tiempo de deposición y costos por el proceso de recubrimiento en cada metal. También se desarrolló un análisis para materiales con figura geométrica cuadrada, se pueden observar los valores en la Tabla 3.

Microanálisis de aceros con recubrimientos

En los análisis a nivel microscópico se muestra el deterioro de los materiales de cobre, cromo y níquel utilizados como muestras experimentales; se observa en las zonas de color blanco la presencia de derivados del azufre y en los lugares un poco oscuros los óxidos de nitrógeno.

La Figura 2 muestra el daño que se genera en los recubrimientos que protegen los aceros fabricados en la industria metalmeccánica de Mexicali, y que son afectados por variaciones climáticas aun siendo mínimas (en ocasiones menores a 5% y 1 °C). Esto ocasiona una preocupación al personal que utiliza

Tabla 1. Correlación de producción, costos, clima y polución del aire en empresa de Mexicali (2013)

FACTORES	CPF TAM	CPD TAM	ICTE %		ROP %	ROEYMI, %	CLIMA		POLUCIÓN	
			MO, %	EyM, %			HR %	T, °C	SO ₂ ppm	NO _x ppb
Enero	1153	82	16	14	83	74	87	13	0.78	79
Febrero	1192	65	13	12	78	72	82	18	0.66	71
Marzo	1284	51	11	11	74	65	76	23	0.54	65
Abril	1341	37	8	9	72	63	70	26	0.49	54
Mayo	1374	43	6	7	70	60	67	32	0.43	47
Junio	1296	55	5	6	67	57	72	34	0.38	43
Julio	1284.	59	6	7	62	54	84	42	0.41	49
Agosto	1273	64	7	8	58	50	89	40	0.47	56
Septiembre	1378	70	9	9	66	56	82	35	0.51	62
Octubre	1356	74	10	11	73	62	77	29	0.59	69
Noviembre	1297	79	11	13	76	66	81	22	0.63	74
Diciembre	1279	86	14	15	80	70	88	14	0.72	84

CPF (TAM). Cantidad fabricada (t de acero por mes), CPD (TAM). Cantidad de productos defectuosos (t de acero por mes), ICTE (%). Incremento de costos por tiempo extra (%) - MO (Mano de obra) - EyMI. (Equipo y maquinaria industrial), ROP (%). Rendimiento operativo del personal (%) - Cantidad de piezas fabricadas contra errores cometidos, ROEYMI (%). Rendimiento operativo de los equipos y maquinaria industrial (%) - Cantidad de piezas fabricadas contra fallas eléctricas y mecánicas, HR (%). Humedad relativa (%), T (°C). Temperatura (° Celsius), SO₂ (ppm). Bióxido de azufre, NO_x (ppb). Óxido de nitrógeno. Elaboración propia.

Tabla 2. Correlación de costos, proceso y tiempo de deposición de cada metal redondo (2013)

Metales		Cobre			Cromo			Níquel		
Especificaciones del recubrimiento		M.gr	t	C	M.gr	t	C	M.gr	t	C
D, cm	e, mm									
2.00	0.0025	0.14	1426	0.95	0.11	4191	1.17	0.14	1532	1.43
2.50	0.0030	0.21	2139	1.22	0.17	6288	1.30	0.21	2298	1.67
3.00	0.0035	0.30	2994	1.45	0.24	8803	1.44	0.29	3218	1.88
3.50	0.0040	0.39	3993	1.63	0.32	11737	1.59	0.39	4290	2.11
4.00	0.0045	0.50	5133	1.79	0.41	15091	1.72	0.50	5515	2.34
4.50	0.0050	0.63	6417	1.88	0.51	18863	1.88	0.63	6895	2.78
5.00	0.0055	0.77	7843	2.07	0.62	23055	1.99	0.77	8427	3.13
5.50	0.0060	0.93	9411	2.13	0.75	27666	2.23	0.92	10112	3.67
6.00	0.0065	1.10	11122	2.22	0.88	32696	2.85	1.09	11951	4.23
6.50	0.0070	1.30	12976	2.33	1.03	38146	3.67	1.27	13943	4.89

D. Diámetro en cm de una pieza de acero a cubrir para su protección; e. Espesor en mm del recubrimiento; M.gr. Gramos del metal a cubrir; t. Tiempo en segundos en que se realiza la deposición, C. Costo en pesos por cada m recubierto del proceso de deposición. Elaboración propia.

Tabla 3. Correlación de costos, proceso y tiempo de deposición de cada metal cuadrado (2013)

Metales		Cobre			Cromo			Níquel		
Especificaciones del recubrimiento		M.gr	t	C	M.gr	t	C	M.gr	t	C
A, cm ²	e, mm									
4.00	0.0025	0.089	908	1.23	0.072	2669	1.33	0.089	975	1.78
6.25	0.0030	0.17	1702	1.34	0.135	5004	1.46	0.167	1929	1.96
9.00	0.0035	0.28	2859	1.53	0.226	8406	1.65	0.280	3073	2.23
12.25	0.0040	0.44	4448	1.76	0.352	13076	1.78	0.436	4780	2.56
16.00	0.0045	0.65	6535	1.92	0.517	19214	1.92	0.641	7023	2.88
20.25	0.0050	0.91	9191	2.13	0.728	27020	2.23	0.901	9876	3.43
25.00	0.0055	1.23	12482	2.22	0.989	36693	2.45	1.223	13412	3.78
30.25	0.0060	1.63	16476	2.33	1.305	48435	2.78	1.615	17704	4.17
36.00	0.0065	2.09	21242	2.42	1.682	62445	2.95	2.082	22825	4.56
42.25	0.0070	2.65	26847	2.55	2.126	78924	4.24	2.632	28848	5.67

A. Área en cm² de una pieza de acero con lado por lado, a cubrir para su protección; e. Espesor en mm del recubrimiento; M.gr. Gramos del metal a cubrir; t. Tiempo en s en que se realiza la deposición, C. Costo en pesos por cada m recubierto del proceso de deposición. Elaboración propia.

este tipo de productos de acero en la región y en otras zonas del país, donde se usan para edificaciones; la mayor concentración está en la ciudad de Mexicali para la industria de la construcción que requiere materiales reforzados por ser zona sísmica. La Figura 2 es un microanálisis de la época de verano. En la Figura 2a se observa el mayor daño en el recubrimiento de cobre que puede proteger al acero por ciertos periodos de vida de los mismos, pero posteriormente el ataque del fenómeno corrosivo es en los aceros y es cuando se ocasionan graves consecuencias. En la

Figura 2b que representa el recubrimiento de cromo se muestra un daño menor al del cobre, pero con la posibilidad de que en un futuro corto se genere lo mismo que en la Figura 2a. La Figura 2c, que indica el recubrimiento de níquel, tiene un menor grado de deterioro.

La Figura 3 representa el microanálisis de la época invernal. Es similar a la Figura 2a para el recubrimiento de cobre, pero con un grado de deterioro mayor; una posible causa de esto es la

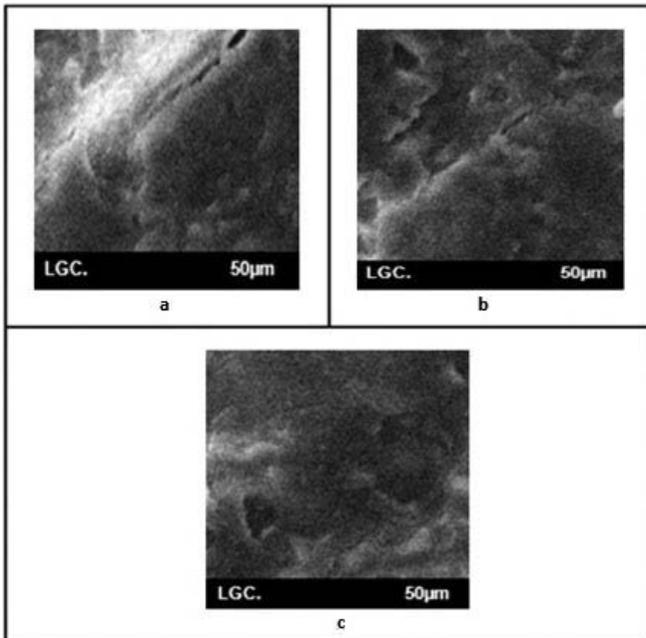


Figura 2. Microanálisis del deterioro de los recubrimientos depositados en aceros de (a) cobre, (b) cromo y (c) níquel en la época de verano en la industria metalmecánica de Mexicali. Fotografías tomadas por los autores.

presencia de altos niveles de humedad. Lo mismo ocurre con la Figura 3b, a diferencia de la 2b con el recubrimiento de cromo, donde se observa como mancha blanca una mayor concentración de derivados del azufre en un área de las probetas experimentales y el grado de deterioro es mayor. La Figura 3c indica para el recubrimiento de níquel daño principalmente en el área de color blanca de la muestra experimental, pero también tiende a expandirse el daño a varias zonas del metal.

DISCUSIÓN

La presencia de corrosión atmosférica en la industria metalmecánica de la ciudad de Mexicali genera grandes pérdidas económicas a este tipo de empresas, donde las variaciones de los niveles de humedad y temperatura, aunadas a las concentraciones de SO_2 y NO_x que sobrepasan los niveles estándar, son la principal causa del fenómeno corrosivo. Esto afecta la productividad y durabilidad de los productos manufacturados de este tipo de compañías en esta región de la República Mexicana y el uso de recubrimientos puede proteger contra la corrosión; aunque esto implica un proceso adicional en la fabricación que redundará en tiempos y costos de fabricación, lo que afecta con ello la

competitividad a nivel nacional e internacional, causa en ocasiones pérdida de empleos, baja en la producción y a veces en microempresas o de nivel medio, el cierre de las mismas. Con base en lo anterior se elaboró el estudio, donde se obtuvo la información para fabricar un nuevo material con los metales especificados anteriormente, como el de menor costo y mejor funcionalidad.

CONCLUSIONES

El estudio mostró que con el uso de cada elemento por separado (cobre, cromo y níquel) se genera en la superficie del acero al carbono una película protectora, pero en este tipo de acero se origina el fenómeno de corrosión en ambientes corrosivos, como los que se presentan en algunos periodos del año en la empresa evaluada. La aplicación del revestimiento de cobre, cromo y níquel aleados en conjunto, determinó que es necesario utilizar este material propuesto para reducir al mínimo o evitar la corrosión en el acero al carbono que sufría graves deterioros antes del proceso experimental. Uno de los aspectos de importancia fue el análisis de costos con la evaluación de la contaminación del aire y

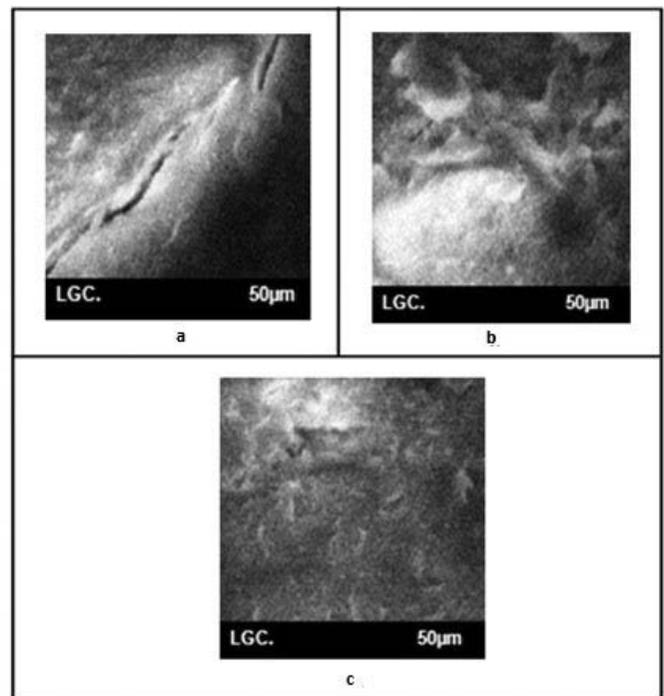


Figura 3. Microanálisis del deterioro de los recubrimientos depositados en aceros de (a) cobre, (b) cromo y (c) níquel en la época de invierno en la industria metalmecánica de Mexicali. Fotografías tomadas por los autores.

clima, e indica que los metales propuestos tienen bajo costo, son afines al hierro y carbono y que con los mismos se reduce el proceso de corrosión en los aceros al carbono.

Agradecimientos

El personal de investigación de la Universidad Politécnica de Baja California agradece a la empresa de la industria metalmeccánica que permitió el desarrollo de la investigación.

LITERATURA CITADA

- ASTM Standards. *Standards to technical experiments*. 2000.
- BRINGAS, J. E. (Ed.). *Handbook of Comparative World Steel Standards*. 3 ed. (p. 14). PA, US: ASTM International, 2004.
- COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES (CEC) (2006). *Analysis of economic indicators of the EU metals industry: the impact of raw materials and energy supply on competitiveness*. Commission Staff Working Document. Brussels, 2.8.2006, SEC (2006) 1069, 2006.
- DAVIDS, K. et al. Practical guide to use stainless steels. *Materials Performance*, 4(3): 58-66, 2004.
- FERNÁNDEZ MIRANDA, Y. *Preparación mecánica de minerales y carbones*. Editorial Dossat, S. A., 2006.
- LÓPEZ BADILLA, G. et al. Atmospheric corrosion in the seafood industry in the northwest of México. *Científica*, 16(2): 67-73, 2012a.
- LÓPEZ BADILLA, G. et al. Micro and nano corrosion in steel cans used in the seafood industry. En B. Valdez (Ed.), *Scientific, Health and Social Aspects of the Food Industry*. INTECH Publisher, 2012b.
- ZHANG, J. Y ZIRAKIAN, T. Probabilistic assessment of structures with SPSW systems and LYP steel infill plates using fragility function method. *Engineering Structures*, 85, 195-205, 2015.
- ZIRAKIAN, T. y ZHANG, J. Structural performance of unstiffened low yield point steel plate shear walls. *Journal of Constructional Steel Research*, 112, 40-53, 2015.

De páginas electrónicas

- REARDON, A. C. (Ed.). *Metallurgy for the non-metallurgist*. 2 ed. Ohio, US: The Materials Information Society-ASM International, 2011. ISBN 978-1-61503-821-3. Recuperado de http://www.asminternational.org/documents/10192/3476320/05306G_TOC.pdf/07678056-70c3-4c2f-910d-33fc7e8dd2c5

Estrategia de negocio, gestión de recursos humanos y desempeño organizacional

Business strategy, human resources management and organizational performance

Carmen Berenice Ynzunza Cortés^{1*}, Juan Manuel Izar Landeta²

Ynzunza Cortés, C. B., Izar Landeta, J. M. Estrategia de negocio, gestión de recursos humanos y desempeño organizacional. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*. Número 69: 47-53, septiembre-diciembre 2016.

RESUMEN

Dentro del enfoque estratégico organizacional, en los últimos años se ha enfatizado el papel de los recursos humanos en el establecimiento de la estrategia competitiva, el crecimiento organizacional y la creación de valor. Por ello, el presente estudio busca explorar el vínculo entre la estrategia de negocio, las prácticas de gestión de recursos humanos (GRH) y el desempeño organizacional, en una muestra de PyME del sector de manufactura del estado de Querétaro. Los resultados muestran que existen diferencias en las prácticas de GRH en función de la estrategia de negocio adoptada, los valores más altos se encontraron en estrategias prospectoras y analizadoras. Igualmente, se halla que estas estrategias y prácticas están relacionadas positivamente e inciden de manera significativa en el desempeño organizacional. Se concluye que implementar las mismas es importante para crear y mantener el capital humano que permita obtener un mejor desempeño y alcanzar una ventaja competitiva.

ABSTRACT

In recent years, the organizational strategic approach has emphasized the role of human resources in the

Palabras clave: estrategia, gestión, recurso humano, desempeño, prácticas, PyME.

Keywords: strategy, management, human resources, performance, practices, SMEs.

Recibido: 8 de septiembre de 2015, aceptado: 7 de junio de 2016

¹ División Industrial, Universidad Tecnológica de Querétaro.

² Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

* Autor para correspondencia: bynzunza@uteq.edu.mx

establishment of competitive strategy, organizational growth and value creation. So that, the present study aims to explore the linkages between business strategy, human resources management practices (HRM) and organizational performance in a sample of 116 manufacturing SMEs in the state of Querétaro. The results show that there are differences in human resource management practices (HRM) in terms of the business strategy adopted, reaching the highest values in prospectors and analyzers strategies. It was also found that these strategies and practices are positively related and have a significant impact on organizational performance. It is concluded that implementing them is important to build and maintain the human capital that allows to get a better performance and achieve a competitive advantage.

INTRODUCCIÓN

En la literatura reciente, los recursos humanos han sido identificados por ser particularmente importantes para lograr un desempeño mejorado y exitoso, considerando que apoyan e incrementan las capacidades organizacionales que sustentan y dan forma a la estrategia de negocio y permiten a las organizaciones responder rápidamente a las amenazas u oportunidades ambientales. También se ha mencionado que en combinación con otros activos permiten obtener una ventaja competitiva, ya que proveen el soporte para hacer estrategia, agregan valor a los procesos productivos y facilitan el desarrollo de capacidades gerenciales (Huselid et al., 1997; Andersen y Minbaeva, 2013).

De la misma forma, se han señalado las diferencias e interacción existentes entre los tipos de

estrategia, las prácticas de GRH (Schuler y Jackson, 1987) y la necesidad de que las organizaciones cuenten con sistemas de gestión de recursos humanos (SGRH) que fomenten el desarrollo de capital humano; las habilidades, capacidades y motivación para trabajar y alcanzar las metas organizacionales (Hamid, 2013). Sin embargo, y aunque el estudio de estas prácticas y su relación con el desempeño ha llamado mucho la atención, poco se sabe del papel que la estrategia de negocio puede jugar en esta relación, particularmente en empresas pequeñas.

Así, el objetivo de este estudio es explorar el impacto de la estrategia de negocio y las prácticas de GRH sobre el desempeño organizacional y contribuir mediante evidencia empírica al conocimiento de esta relación considerando una muestra de PyME del sector de manufactura; así como proveer información clave para la optimización de los procesos estratégicos de estas organizaciones. Con base en ello se formula la pregunta de investigación siguiente: ¿Cuál es el vínculo existente entre la estrategia de negocio, las prácticas de GRH y el desempeño organizacional? También se detalla la estructura del trabajo, que inicia con los antecedentes del tema, revisión de literatura y metodología de investigación, resultados y discusión de sus implicaciones teóricas y prácticas, así como conclusiones, limitaciones y propuestas de investigación futuras.

Revisión de literatura

Diversas investigaciones han planteado que la adopción de ciertas prácticas de GRH puede mejorar el desempeño y la competitividad en las empresas pequeñas (Michie y Sheehan, 2008; Razouk, 2011). Asimismo, se ha sugerido que la implementación de una estrategia organizacional exitosa demanda el desarrollo de políticas y prácticas de GRH que alienten la creación y retención del capital humano, además de ser una fuente sostenible de ventaja competitiva (Huselid et al., 1997; Barney y Wright, 1998). De igual forma se ha referido la relación entre la estrategia de negocio, el desempeño organizacional y estas prácticas (Miles y Snow, 1984; Porter 1985; Michie y Sheehan, 2008; Lee et al., 2010), y se ha encontrado que las empresas que siguen determinadas estrategias, de acuerdo a diferentes tipologías, logran un desempeño superior (Miles et al., 1978; Karami et al., 2015; Ho, 2016). Otro dato encontrado es que gracias a la estrategia las políticas y prácticas pueden vincularse con los objetivos de negocio y el contexto externo de las organizaciones,

lo que contribuye en diferentes formas al desempeño de las mismas (Wangithi Waiganjo et al., 2012). Estas referencias teóricas sustentan la siguiente hipótesis:

H1: Existe un vínculo significativo y positivo entre la estrategia de negocio y el desempeño organizacional.

La revisión de literatura evidencia también el vínculo y las diferencias existentes en las prácticas de GRH en función de la estrategia implementada. Por ejemplo, organizaciones con un marcado énfasis hacia el desarrollo de recursos internos, la selección y el reclutamiento interno, sistemas basados en salarios fijos y una nula evaluación del desempeño; otras que se inclinan a contratar gente sin experiencia, a proveer capacitación y priorizan el desarrollo de habilidades y resultados (Miles y Snow, 1984; Peck, 1994), por lo que optan por sistemas más desarrollados de administración de recursos humanos; organizaciones que prestan poca atención a algunas prácticas como las de entrenamiento y desarrollo, mediante una estrategia de reducción de costos; o las que persiguen una estrategia de innovación que priorizan estas mismas (Katou y Budhwar, 2010), las cuales tienden a otorgar mayores incentivos para contar con personal con las mayores competencias.

Sin embargo, existe poco consenso sobre cuáles prácticas de GRH pueden ser consideradas estratégicas. Algunos refieren el entrenamiento y desarrollo, el reclutamiento y selección, la evaluación y compensación del desempeño, el desarrollo de carrera, la comunicación interna, los sistemas de recompensa y trabajo de alto desempeño, el empleo selectivo y el trabajo en equipo, entre otros (Lee et al., 2010; Rasouk, 2011; Hamid, 2013; Loo See y Leap Han, 2013; Sheehan, 2014). Estas aportaciones permiten sustentar la hipótesis siguiente:

H2: Existe un vínculo significativo y positivo entre las estrategias de negocio y las prácticas de GRH.

Se ha encontrado que las prácticas de GRH se correlacionan significativamente con el desempeño organizacional representado por indicadores de productividad, rentabilidad, ventas, satisfacción de clientes y lealtad de los empleados (Wright et al., 2005; Wattanasupachoke, 2009; Úbeda García et al., 2013; Karami et al., 2015; Altarawneh, 2016; Peregrino De Brito y Barbosa De Oliveira, 2016). También se ha probado el impacto de algunas de ellas sobre el

desarrollo de recursos estratégicos asociados con el desempeño y la ventaja competitiva (Huselid et al., 1997; Wright et al., 2005; Wattanasupachoke, 2009; Hamid, 2013; Peregrino De Brito y Barbosa De Oliveira, 2016). Además, plantean que su efecto es mayor sobre el desempeño cuando las mismas soportan la estrategia de negocio, por lo que se propone la hipótesis presentada a continuación:

H3: Existe un vínculo significativo y positivo entre las prácticas de GRH y el desempeño organizacional.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio fue de tipo transversal causal. La población objeto de estudio está conformada por pequeñas y medianas empresas de la zona metropolitana del estado de Querétaro. La investigación tiene como unidad de análisis al sector de manufactura industrial. La muestra alcanzada fue de 116 empresas, lo que representa 17.96% de la población total. El muestreo fue no probabilístico por conveniencia. La recopilación de información se realizó mediante entrevista personalizada a directivos, a través de un cuestionario de 50 ítems. La misma se llevó a cabo durante el primer semestre de 2014. La escala utilizada fue tipo Likert de 5 puntos. Las características de las organizaciones que participaron en la investigación se sintetizan en la Tabla 1.

En cuanto a los constructos que forman parte del estudio se emplearon las escalas desarrolladas por Miles y Snow (1984) que evalúan la estrategia con base en cuatro arquetipos: prospectores, analizadores,

defensores y reactores; de Peck (1994) y Wright et al. (2005), que miden las prácticas de reclutamiento y selección, entrenamiento y capacitación, desarrollo interno, así como la evaluación y compensación del desempeño; Venkatraman (1989) y Vorhies y Morgan (2005), que consideran medidas de desempeño. Estas escalas fueron ajustadas y validadas en el contexto local, eliminando solo 2 ítems de la estrategia y 1 del desempeño. Esto en virtud de la estructura y carga factorial. Para clasificar las organizaciones en función de la estrategia se realizó un análisis clúster jerárquico con el método Ward. La Tabla 2 resume los resultados de los grupos obtenidos. En ella se observa que las empresas con estrategias analizadoras y prospectoras obtienen valores superiores a la media global en todas las variables exploradas en comparación con estrategias defensoras y rectoras. En virtud de estos hallazgos, solo se seleccionaron estas estrategias para realizar el análisis estructural considerando que parecieran ser las que representan mejor los constructos estudiados y se ha probado que organizaciones con este tipo de estrategias cuentan con SGRH más desarrollados (Miles y Snow, 1984; Peck, 1994).

RESULTADOS

Para contrastar las hipótesis planteadas se hizo uso del análisis estructural (SEM) con el programa AMOS. La consistencia interna de la escala de medición con el Alfa de Cronbach fue de 0.947. La varianza total explicada fue de 70.22%. La fiabilidad y validez de las dimensiones de los constructos se realizó mediante el análisis factorial confirmatorio (AFC). Los valores obtenidos de consistencia interna, validez

Tabla 1. Características de la unidad muestral

Sector	Química, caucho y plástico	Metal mecánica	Alimentos, bebidas y tabacos	Textil	Servicios	Otros minoritarios
	23.3%	40.5%	10.3%	6.9%	8.6%	10.3%
Tamaño	Pequeña (11 -50) empleados		Mediana (51-250 empleados)			
	23.3%		76.7%			
Tipo de empresa	Familiar		Sociedad independiente		Subsidiaria	
	19.8%		26.7%		53.4%	
Origen del capital	Nacional		Extranjero		Mixto	
	41.4%		53.4%		5.2%	
Mercado	Nacional		Extranjero		Mixto	
	32.8%		12.9%		54.3%	

Elaboración propia.

Tabla 2. Clasificación de las organizaciones por estrategia de negocio

		Grupo 1	Grupo 3	Grupo 3	Grupo 4	
Estrategia de negocio		Defensora	Reactora	Analizadora	Prospectora	Total
No. de empresas		26	8	28	54	116
Porcentaje		23%	7%	23%	47%	100%
Prácticas de GRH	Reclutamiento y selección	3.63	1.87	4.26	4.37	3.53
	Entrenamiento y capacitación	2.59	1.88	4.04	4.43	3.23
	Desarrollo interno	1.93	1.78	2.71	4.13	2.63
	Evaluación del desempeño	2.44	1.63	4.00	4.56	3.16
	Compensación del desempeño	2.85	1.50	3.70	4.39	3.11
Desempeño	Crecimiento	3.04	3.50	3.78	4.13	3.61
	Rentabilidad	2.81	3.40	3.85	3.85	3.50
	Operación	3.52	4.13	4.30	4.24	4.05
	Satisfacción del cliente	3.31	3.69	4.28	4.21	3.87
Total	Suma GRH	13.44	8.66	18.71	21.88	15.67
	Suma DO	12.68	14.72	16.21	16.43	15.01

Elaboración propia.

Tabla 3. Consistencia interna y validez convergente del modelo teórico

Variables	Indicadores	Carga factorial	Fiabi. R2	Valor t robusto	Alfa de Cronb.	Índice Fiab. Comp.	Índice Var. Extr.
Estrategia de negocio	ESTPRO ESTANA	.728*** .914***	.530 .835	1.000 6.565	.694	0.809	0.682
Gestión de recursos humanos	COMPDPÑO	.790***	.625	1.000	.940	0.822	0.539
	RECYSELEC	.678***	.459	7.577			
	ENTYCAP	.881***	.777	9.971			
	DESAINT	.667***	.445	7.401			
	EVALDPÑO	.783***	.614	8.769			
Desempeño organizacional	DOREN	.713***	.509	1.000	.924	0.8948	0.5835
	DOOPE	.643***	.414	6.327			
	DOSAT	.876***	.767	7.498			
	DOCRE	.686***	.471	9.386			

Nota: Valores de referencia: cargas factoriales >0.6 y significativas ($p < 0.001$); IFC >.7; IVE >0.5; valores de $t >$ valor crítico de $t = 1.96$ con $p < 0.05$, $t = 2.58$ con $p < 0.01$, o $t = 3.29$ con $p < 0.001$. Elaboración propia.

convergente y discriminante, al igual que de ajuste del modelo, reflejan que los resultados son aceptables. Ver Tablas 3 y 4.

Los resultados alcanzados mediante la aplicación del análisis estructural (SEM) al igual que los indicadores de ajuste del modelo se muestran en la Tabla 5. En cuanto a la primer hipótesis planteada, la cual busca conocer el vínculo existente entre la estrategia de negocio y el desempeño organizacional,

Tabla 4. Validez discriminante del modelo teórico

Correlaciones entre constructos			
Variable	EN	GRH	DO
EN	.682	.342	.383
GRH	.541-.629	.539	.370
DO	.573-.699	.503-.715	.583

Nivel de confianza 95%. Elaboración propia.

Tabla 5. Resultados del modelo estructural y prueba de hipótesis

Relación estructural	Coefficiente estandarizado	Valor t robusto	Prueba de hipótesis
H1: EN DO	.399**	3.347	Aceptada
H2: EN GRH	.585***	5.121	Aceptada
H3: GRH DO	.376**	3.310	Aceptada

S-BX2 (df= 40)= 55.245; $p < 0.055$; NFI= .920; CFI= .976; IFI= .977; RMR= 0.49; RMSEA= .058. *** = < 0.001 , ** = < 0.01 . Elaboración propia.

la asociación es significativa con un efecto considerado como medio ($\beta = .399$; $p < 0.01$), lo que prueba la relación existente entre estos constructos. El segundo supuesto explora la relación entre las prácticas de GRH y el desempeño organizacional, la cual es significativa con un efecto medio ($\beta = .376$; $p < 0.01$). Los estimados de las dimensiones fueron todas positivas y significativas con efectos grandes, lo que valida la importancia de que las organizaciones desarrollen estos recursos y capacidades. La tercera hipótesis evalúa el vínculo entre la estrategia de negocio y las prácticas de GRH. El mismo es positivo y significativo ($\beta = .585$, $p < 0.001$). Es decir, la estrategia de negocio afecta de manera importante las prácticas de GRH, lo cual puede repercutir positiva o negativamente en el desempeño organizacional.

DISCUSIÓN

El propósito de esta investigación fue explorar la relación de la estrategia de negocio y las prácticas de GRH con el desempeño organizacional. El estudio probó que el reclutamiento y selección, el entrenamiento y la capacitación, la evaluación y compensación del desempeño, así como el desarrollo interno, tienen un efecto significativo sobre el desempeño organizacional. Los hallazgos encontrados son importantes porque proporcionan evidencia del papel estratégico de las prácticas de GRH para el éxito organizacional, lo que sugeriría que una mayor inversión en sistemas y prácticas de GRH es una estrategia apropiada para que se obtengan no solo mejores resultados, sino también una ventaja competitiva.

En segundo lugar, el estudio provee evidencia empírica del efecto mediador de la estrategia de negocio sobre las prácticas de GRH y el desempeño organizacional, lo que contribuye a la investigación previa sobre la relevancia de estas estrategias y prácticas. Igualmente de las diferencias existentes en función del tipo de estrategia de negocio

implementada; esto al demostrar empíricamente que las empresas con estrategias prospectoras y analizadoras tasan mejor en todas las prácticas de GRH evaluadas, sobre todo en las relacionadas con la evaluación y compensación del desempeño, así como el entrenamiento y la capacitación. Otros autores han encontrado también diferencias entre algunas de estas con distintas estrategias (Miles y Snow, 1984; Schuler y Jackson, 1987; Peck, 1994).



Figura 1. La creación de valor en las organizaciones a través del recurso humano. Fotografía tomada por los autores.

En cuanto a los supuestos planteados, se prueba la relación que existe entre la estrategia de negocio y las prácticas de GRH. Estos hallazgos son consistentes con estudios previos, en los cuales se han abordado las mismas prácticas (Miles et al., 1978; Katou y Budhwar, 2010; Lee et al., 2010), donde han sido las mejores predictoras del desempeño a la evaluación y compensación, al igual que al desarrollo interno (Loo See y Leap Han, 2013; Úbeda García et al., 2013; Altarawneh, 2016). De ahí que sean estas las prácticas en las que debieran focalizarse los sistemas de gestión de recursos humanos.

La segunda hipótesis confirma el vínculo positivo y significativo entre la estrategia de negocio y el desempeño organizacional, lo cual coincide con

los resultados alcanzados por Miles et al. (1978) y Lee et al. (2010), quienes hallan diferencias entre la implementación de estrategias prospectoras y analizadoras vs. defensoras y rectoras. Por ello, lograr la correcta alineación entre las primeras y las prácticas de GRH pareciera ser un aspecto clave, ya que este tipo de estrategias demandan recursos humanos con habilidades y competencias distintas, y satisfacer las mismas dependerá en gran medida del establecimiento de SGRH que propicien el desarrollo de las mismas. Finalmente, el tercer supuesto prueba la relación positiva y significativa entre las prácticas de GRH y el desempeño organizacional, lo que aporta suficiente soporte empírico con respecto al papel estratégico que juegan los recursos humanos en el desempeño organizacional. Otros investigadores han incursionado en el estudio de estos mismos constructos y han alcanzado resultados similares al probar el efecto de estas prácticas en los resultados organizacionales (Huselid et al., 1997; Lee et al., 2010; Sheehan, 2014). De ahí deriva la necesidad de fortalecer los SGRH y evaluar la efectividad de los mismos, considerando que los empleados tienen el potencial de incrementar el desempeño y ser una fuente crítica de ventaja competitiva.

CONCLUSIONES

Los resultados de esta investigación permiten concluir que el desempeño organizacional de las PyME manufactureras del estado de Querétaro depende en gran medida de una adecuada gestión del recurso humano y del establecimiento de estrategias de negocio que propicien el desarrollo del mismo; de igual forma, de los recursos que se destinen para la inversión en el factor humano como un medio para seleccionar, desarrollar y retener al personal con las mejores habilidades, capacidades y conocimientos, a la par de sistemas y prácticas que fortalezcan sus competencias, niveles de satisfacción y retribución.

Otro aspecto importante es la capacidad con que las PyME manufactureras de Querétaro logren desarrollar e implementar sistemas de gestión de recursos humanos efectivos y compatibles con la estrategia de negocio, ya que estos son factores

críticos para el funcionamiento y éxito de una organización. Ahí radica la importancia de su gestión dentro de los procesos estratégicos de la empresa.

Los resultados obtenidos tienen otras implicaciones, como el efecto que la estrategia de negocio tiene en la gestión de los recursos humanos para la construcción de otros recursos y capacidades nucleares vinculados directamente con el desempeño, como la optimización de los procesos, el desarrollo de tecnología y la innovación. Igualmente, la selección de estrategias de negocio prospectoras y analizadoras que parecen favorecer un comportamiento proactivo e innovador; además del desarrollo de SGRH que garanticen implementar exitosamente la estrategia de negocio, lo que contribuye a mejorar la posición competitiva y supervivencia de las organizaciones.

Se recomienda a los directivos de las organizaciones el fortalecimiento de sus sistemas de gestión de recursos humanos, aunado al establecimiento de mecanismos de medición y retroalimentación que validen la pertinencia de los mismos, el establecimiento de estrategias de actuación, así como la implementación de estrategias prospectoras y analizadoras, ya que ambos parecen agregar valor a las organizaciones y ser fuente de ventaja competitiva; a las entidades gubernamentales y educativas relacionadas con las PyME, soportar el desarrollo de programas de mejora relacionados con la gestión del recurso humano.

Dentro de las limitaciones de este estudio están el tamaño de la muestra, lo cual reduce la generalización de los resultados al contexto explorado. En futuras investigaciones podría ampliarse la misma y profundizar en el conocimiento de estas organizaciones con un estudio longitudinal. También podrían explorarse otras prácticas como el trabajo en equipo, la seguridad y flexibilidad laboral, y construirse escalas más robustas. Igualmente, incursionar en el estudio de otras variables que pudiesen afectar el establecimiento y efectividad de los sistemas, como el estilo de liderazgo o la cultura organizacional, el tamaño y edad de la empresa.

LITERATURA CITADA

- ALTARAWNEH, I. I. Strategic human resources management and its impact on performance: the case from Saudi Arabia. *International Journal of Business Management and Economic Research*, 7(1): 486-503, 2016.
- ANDERSEN, T. J. y MINBAEVA, D. The role of human resource management in strategy making. *Human Resource Management*, 52(5): 809-827, 2013.
- BARNEY, J. y WRIGHT, P. On becoming a strategic partner: the role of human resources in gaining competitive advantage. *Human Resource Management*, 37(1): 31-46, 1998.
- HAMID, J. Strategic human resource management and performance: the universalistic approach-case of Tunisia. *Journal of Business Studies Quarterly*, 5(2): 184-201, 2013.
- HO, P. Analysis of competitive environments, business strategies, and performance in Hong Kong's construction industry. *Journal of Management in Engineering*, 32(2): 1-14, 2016.
- HUSELID, M. A. et al. Technical and strategic human resources management effectiveness as determinants of firm performance. *Academy of Management Journal*, 40(1): 171-188, 1997.
- KARAMI, A. et al. The influence of HR practices on business strategy and firm performance: the case of banking industry in Iran. *The IUP Journal of Management Research*, 14(1): 30-53, 2015.
- KATOU, A. A. y BUDHWAR, P. S. Causal relationship between HRM policies and organizational performance: evidence from the greek manufacturing sector. *European Management Journal*, 28(1): 25-39, 2010.
- LEE, F. H. et al. The relationship between human resource management from steel practices, business strategy and firm performance: evidence industry in Taiwan. *The international Journal of Human Resource Management*, 21(9): 1351-1372, 2010.
- LOO SEE, B. y LEAP HAN, L. Human resource management best practices and firm performance: a universalistic perspective approach. *Serbian Journal of Management*, 8(2): 155-167, 2013.
- MICHIE, J. y SHEEHAN, M. Human resource management and corporate performance: evidence from UK and US small firms. En R. Barrett & S. Mayson (Eds.), *International Handbook of Entrepreneurship and HRM* (137-164). Cheltenham: Edward Elgar, 2008.
- MILES, R. E. y SNOW, C. C. Designing strategic human resource systems. *Organizational Dynamics*, 31(1): 36-52, 1984.
- MILES, R. E. et al. *Organizational strategy, structure, and process*. New York, US: McGraw-Hill, 1978.
- PECK, S. R. Exploring the Link between Organizational Strategy and the Employment Relationship: The Role of Human Resources Policies. *Journal of Management Studies*, 31(5): 715-736, 1994.
- PEREGRINO DE BRITO, R. y BARBOSA DE OLIVEIRA, L. The Relationship between Human Resource Management and Organizational Performance. *Brazilian Business Review*, 13(3): 90-110, 2016.
- PORTER, M. E. *The Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance*. NY, US: Free Press, 1985.
- RAZOUK, A. A. High-performance work systems and performance of french small- and medium-sized enterprises: examining causal order. *International Journal of Human Resource Management*, 22(2): 311-330, 2011.
- SCHULER R. S. y JACKSON, S. E. Linking competitive strategies with human resource management practices. *Academy of Management Executive*, 1(3): 207-219, 1987.
- SHEEHAN, M. Human resource management and performance: evidence from small and medium sized firms. *International Small Business Journal*, 32(5): 545-570, 2014.
- ÚBEDA GARCÍA, M. et al. Training policy and organizational performance in the spanish hotel industry. *The International Journal of Human Resource Management*, 24(15): 2851-2875, 2013.
- VENKATRAMAN, N. Strategic orientation of business enterprises: the construct, dimensionality and measurement. *Management Science*, 35(8): 942-962, 1989.
- VORHIES, W. D. y MORGAN, N. A. Benchmarking marketing capabilities for sustainable competitive advantage. *Journal of Marketing*, 69(1): 80-94, 2005.
- WANGITHI WAIGANJO, E. et al. Relationship between strategic human resource management and firm performance of Kenya's corporate organizations. *International Journal of Humanities and Social Science*, 2(10): 62-70, 2012.
- WATTANASUPACHOKE, T. Strategic human resource management and organizational performance: a study of thai enterprises. *Journal of Global Business Issues*, 3(2): 139-148, 2009.
- WRIGHT, P. M. et al. The relationship between HR practices and firm performance: examining causal order. *Personnel Psychology*, 58(2): 409-446, 2005.

Propiedad industrial y licenciamiento en los Centros Conacyt

Industrial property and licensing in the Conacyt Centers

Virginia Guadalupe López Torres¹, Luis Ramón Moreno Moreno^{2*},
Karin Y. Bückle López¹, Ma. Enselmina Marín Vargas¹

López Torres, V. G., Moreno Moreno, L. R., Bückle López, K. Y., Marín Vargas, M. E. Propiedad industrial y licenciamiento en los Centros Conacyt. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*. Número 69: 54-63, septiembre-diciembre 2016.

RESUMEN

El estudio tiene como objetivo documentar el estado que guarda la propiedad industrial de los Centros Conacyt y su transferencia. La investigación se basa en un estudio realizado a 18 centros públicos de investigación Conacyt, con información obtenida mediante la aplicación de un cuestionario, así como los informes de rendición de cuentas de cada uno de los 18 centros estudiados. Los resultados indican que 30% de las patentes, modelos de utilidad y diseños industriales con registro en el extranjero se han transferido a los sectores productivos, mientras que las patentes con registro nacional solamente se han transferido en 9% de los casos. En lo que respecta a los modelos de utilidad y diseños industriales con registro nacional, no se obtuvo información de que estos hayan sido transferidos. Esto representa una oportunidad para compartir conocimiento y generar ventajas competitivas.

ABSTRACT

The study aims to document the status of the industrial property and transfer strategies of Conacyt Centers. The research is based on a study of 18 Conacyt public

Palabras clave: Centros Conacyt, innovación, propiedad industrial, patentes, transferencia, licencias.

Keywords: Conacyt Centers, innovation, industrial property patents, transfer, licenses.

Recibido: 25 de agosto de 2015, aceptado: 14 de junio de 2016

¹ Universidad Autónoma de Baja California, Facultad de Ciencias Administrativas y Sociales.

² Universidad Autónoma de Baja California, Facultad de Ciencias Administrativas.

* Autor para correspondencia: nomarsiul@gmail.com

research centers with information obtained through a questionnaire and the annual reports of each of the 18 studied centers. The results indicate that 30% of patents, utility models and industrial designs are registered abroad and have been transferred to the productive sectors, while patents with national registration have been transferred only in 9% of cases. With respect to utility models and industrial designs with national registration, no information was obtained that confirms that these have been transferred. This represents an opportunity to share knowledge and build competitive advantage.

INTRODUCCIÓN

La medición del esfuerzo que realiza un país en ciencia, tecnología e innovación (CTI) está representado por el gasto en Investigación y Desarrollo Experimental (IDE) con respecto a su Producto Interno Bruto (PIB). En México, 50% del gasto IDE/PIB es realizado por el gobierno a través de distintos agentes (Conacyt, 2008), principalmente universidades y centros de investigación, cuya misión es producir conocimientos que permitan solucionar problemas y demandas del sector empresarial y de la sociedad en general (López et al., 2006).

Cuando se habla de innovación desde una perspectiva de desarrollo económico y empresarial, el *Manual de Oslo 2005* la reconoce como "la puesta en práctica de un nuevo o significativamente mejorado producto (bien o servicio), un nuevo proceso, un nuevo método de comercialización, o un nuevo método de: prácticas comerciales, organización del lugar de trabajo, o relaciones exteriores" (OCDE y Eurostat, 2005: 24).

Cabe destacar que para que la innovación (o sus procesos) se tornen productivos, es necesaria la aplicación de la misma; al respecto Kantis y Díaz (2008: 11), plantean que la comercialización de las innovaciones se realiza de dos formas: "Por un lado, está la transferencia de derechos de patentamiento o licencias a una empresa para que la lleve al mercado. Otra forma es a través de la creación de una empresa que nace con el propósito de explotarla".

Los resultados del Índice Global de Innovación 2013, editado por Dutta y Lanvin (2013) ilustran un avance de México al ubicarse en la posición 63 (de un total de 142 economías analizadas) cuando en el año 2012 se ubicó en la posición 79; es decir, se observa una mejoría importante en las calificaciones de distintos subíndices con un avance de 16 posiciones. Es pertinente indicar que el Índice Global de Innovación se construye a partir de dos subíndices: entradas de innovación y salidas de innovación, los cuales a su vez se determinan con una serie de variables denominadas pilares.

En el caso específico de México, si bien se presenta una mejora en lo general, en el pilar denominado sofisticación del negocio, el país se ubica en la posición 89 en el año 2013 (caída en dos lugares con respecto a 2012), lo que muestra un panorama crítico, con considerables retos para los subpilares: empleo intensivo en conocimiento (lugar 92) y vinculaciones de innovación (lugar 98). El primero mide, entre otros indicadores, la

variable de investigación y desarrollo (I&D) en las empresas y la capacidad emprendedora; mientras que el segundo documenta las colaboraciones de I&D universidad-empresa y el número de alianzas estratégicas, que cabe destacar, son los indicadores vinculados directamente con el análisis del presente documento (Cámara de Diputados, 2014).

En México, de acuerdo con los artículos 1 y 2 de la Ley Orgánica del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Cámara de Diputados, 2014), el Conacyt es el organismo responsable de elaborar las políticas públicas relacionadas con la ciencia y la tecnología; asimismo, debe impulsar tareas de investigación a través del Sistema de Centros de Investigación (SCI), el cual está integrado por 27 instituciones (en adelante Centros Conacyt (CC)) que cubren los principales campos del conocimiento científico y tecnológico. Entre los objetivos que persiguen los CC destacan fomentar la tecnología local generando los mismos resultados que la tecnología extranjera; innovar en la generación, desarrollo, asimilación y aplicación del conocimiento y vincular la ciencia y tecnología con la sociedad y el sector productivo para atender sus problemas (Conacyt, 2014).

Es pertinente señalar que en las evaluaciones internacionales asociadas a procesos educativos (como PISA: Programa para la Evaluación Internacional de los Alumnos), de innovación (Índice Global de Innovación) y desempeño económico (Índice de Competitividad Global e Índice de Desempeño Logístico), generalmente la economía mexicana

Tabla 1. Gasto federal en ciencia y tecnología 2002-2011

Año	GFCyT		PIB		GFCyT/PIB
	A precios corrientes	A precios de 2011	A precios corrientes	A precios de 2011	
2002	24,363.9	41,730.1	6,815,546.5	11,673,583.7	0.36
2003	29,309.0	45,881.2	7,555,803.4	11,828,070.7	0.39
2004	27,952.1	40,128.6	8,574,823.2	12,310,171.7	0.33
2005	31,339.0	43,027.5	9,251,737.5	12,702,350.8	0.34
2006	33,275.8	42,823.5	10,379,091.0	13,357,121.8	0.32
2007	35,831.7	43,658.7	11,320,836.4	13,793,719.7	0.32
2008	43,829.2	50,210.9	12,181,256.1	13,954,888.9	0.36
2009	45,973.6	50,452.3	11,923,678.8	13,085,262.2	0.39
2010	54,436.4	57,417.9	13,089,273.1	13,806,188.6	0.42
2011	58,809.88	58,809.88	14,352,866.79	14,352,866.79	0.41

Fuentes: SHCP (s. f.), Cuenta de la Hacienda Pública Federal, 2002-2011; INEGI (s. f. b), Sistema de Cuentas Nacionales de México.

presenta resultados mediocres. Al respecto, autores como Dautrey (2008), Salvador Benítez (2008), Villalobos García y Ponce Talancón (2008), Lomelí Vanegas y Murayama Rendón (2009) y Cabello y Ortiz (2013) documentan que estos escasos resultados de desempeño son consecuencia de un insuficiente gasto público en procesos educativos y de investigación y desarrollo. En ese marco, por ejemplo, se observa que si bien es cierto que el gasto en la variable de ciencia y tecnología ha aumentado 141.3% en valores corrientes, la proporción de gasto en este rubro como proporción del PIB se ha mantenido más o menos constante (Tabla 1). A nivel internacional, estos valores están muy alejados de lo que se ejerce; por ejemplo, en Suecia y Japón, que son de los países que más invierten en ciencia y tecnología, con valores superiores a 3% del PIB (Tabla 2).

Tabla 2. Gasto en investigación y desarrollo por país, 2010

País	GIDE (Millones de PPP corrientes ^{1/})	GIDE/PIB (%)
Alemania	86,209.6	2.82
EE. UU. (2009)	401,576.0	2.90
Francia	49,990.8	2.26
Japón (2009)	137,314.2	3.36
México	7,876.0	0.48
Suecia	12,535.5	3.43

^{1/} La paridad del poder adquisitivo (PPP, por sus siglas en inglés) es la tasa de conversión de moneda que elimina las diferencias en niveles de precios entre países. Fuente: INEGI (s. f. a), OECD (2012).

En el entorno mundial, la oficina de registros de México participa con menos de 1% del total de registros anuales en el rubro de patentes (Tabla 3), la lista es encabezada por China con cerca de 28% del total. Habría que agregar que de acuerdo a los datos de la Organización Mundial de Propiedad Intelectual (WIPO, por sus siglas en inglés) (2013), alrededor de 92% de las patentes registradas en el país corresponden a no residentes del mismo. Estos datos reflejan que se deben desarrollar e impulsar las capacidades de innovación en el país.

De acuerdo a la WIPO (2013), la propiedad intelectual se divide en propiedad industrial y derecho de autor, donde la propiedad industrial abarca las patentes de invención, las marcas, los diseños industriales y las indicaciones geográficas. Como se ha mencionado, existen cuatro formas de propiedad industrial, pero este artículo está centrado únicamente en las patentes y los modelos de utilidad

que tienen la función de proteger las invenciones, y los diseños industriales, que tienen que ver con creaciones estéticas que son determinantes en el aspecto de los productos industriales.

Es importante señalar que en México la protección de la inventiva industrial se enmarca en la Ley de Fomento y Protección de la Propiedad Industrial (SECOFI, 27 de junio de 1991), la cual asegura los derechos patrimoniales al (los) inventor(es) y dependiendo de la forma de registro, también a la empresa u organización (titular) que haya impulsado o financiado la invención. Las invenciones se pueden proteger bajo cuatro figuras jurídicas: patentes, modelos de utilidad (MU), diseños industriales (DI) y trazado de circuitos.

El o los titulares de las invenciones tienen derecho de celebrar contratos de cesión o licencia para su uso, a fin de que la invención llegue al mercado e incluso propicie la creación de empresas tipo *spin-off* (es decir, aquellas entidades económicas creadas a partir de una innovación cuyos miembros fundadores suelen ser investigadores o personal de centros de investigación o universidades). Con ello el conocimiento explícito en la patente se disemina y usa. La patente proporciona amplia información del invento, por ello es considerada como un indicador confiable de la transferencia de conocimientos (OCDE, 2009).

En México, la propiedad industrial se registra en el Instituto Mexicano de Propiedad Industrial (IMPI). Este organismo emite un reporte que documenta las diferentes figuras jurídicas y el registro anual de patentes en el país. En ese marco, la Figura 1 presenta la evolución en los registros de patentes ante el IMPI para el periodo comprendido desde 1993 hasta 2010, de acuerdo a la nacionalidad del titular que somete la innovación para registro. Puede observarse que la tendencia de los titulares nacionales no presenta cambios significativos, lo confirma el discurso del director general de Conacyt, Dr. Enrique Villa, en el marco del Día Mundial de la Propiedad Intelectual (dictado en el Distrito Federal el 26 de abril de 2011), donde declara que el número de patentes que produce México es similar a las solicitadas por Francia; pero a diferencia de Francia, en México la mayoría de los solicitantes son extranjeros (Conacyt, 2011).

En el mismo tenor, la Ley de Ciencia y Tecnología (Cámara de Diputados, 2002) plantea

Tabla 3. Aplicaciones de patentes por las 15 oficinas principales

Oficina	2008	2010	2012	Participación en total 2012 (%)
Total	1915000	1979000	2347700	
Estados Unidos de América	456321	490226	542815	23.12
China	289838	391177	652777	27.80
Japón	391002	344598	342796	14.60
República de Corea	170632	170101	188915	8.05
Oficina de Patentes Europea	146150	150961	148560	6.33
Alemania	62417	59245	61340	2.61
Federación Rusa	41849	42500	44211	1.88
Canadá	42089	35449	35242	1.50
Brasil	22917	22686	30116	1.28
Reino Unido	23379	21929	23235	0.99
Francia	16419	16580	16632	0.71
México	16581	14576	15314	0.65
Hong Kong, China	13662	11702	12988	0.55
Otros	158586	182383	162446	6.92

Fuente: WIPO (2013).

entre sus objetivos vincular a los sectores educativo, productivo y de servicios en materia de investigación científica, desarrollo tecnológico e innovación.

El artículo 40 Bis precisa que entre otros, los CC podrán crear unidades de vinculación y transferencia de conocimiento. El artículo 51 establece además que los centros promoverán la conformación de asociaciones estratégicas, alianzas tecnológicas, consorcios, nuevas empresas privadas de base tecnológica y redes regionales de innovación en las

cuales se procurará la incorporación de desarrollos tecnológicos e innovaciones realizadas en dichos centros, así como de los investigadores formados en ellos.

Por otra parte y de acuerdo al Conacyt (2014), los centros son el motor de la formación de recursos humanos, debido a que generan 75% de la actividad científica y tecnológica del país. Es importante y pertinente señalar que el Sistema de Centros de Investigación (SCI) se clasifica en tres subsistemas: agrupa 10 CC en el subsistema de ciencias exactas y naturales (SCEyN), 8 en el subsistema de ciencias sociales y humanidades (SCSyH) y los restantes ocho en el subsistema de desarrollo e innovación tecnológica (SDIT).

Los llamados Indicadores Anuarios publicados por Conacyt ilustran los resultados de los CC y en ellos se pueden encontrar tres tipos de productos generados por estos: publicaciones, estudiantes graduados y patentes. Estas últimas constituyen el único indicador directo de innovación en materia industrial; los datos para el periodo comprendido desde 2001 hasta 2013 son los que se muestran en la Tabla 4, donde destaca el hecho de que durante todo el periodo de análisis el número de patentes ascendió a 480, con una mayor participación de Corporación

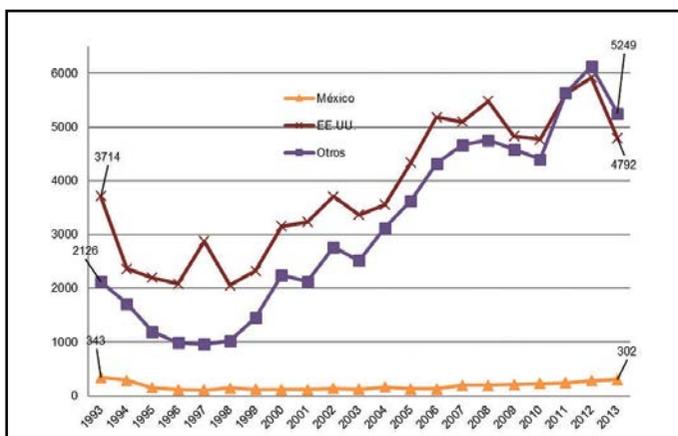


Figura 1. Tendencia en patentes registradas ante IMPI, 1993-2013. Elaboración propia con datos de IMPI (2014).

Tabla 4. CC y patentes registradas de 2001-2013

Centro Conacyt (CC)	Subsistema	Patentes registradas 2001-2013
Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. (CIAD)	SCEyN	8
Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. (CIBNOR)		8
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, B.C. (CICESE)		6
Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. (CICY)		7
Centro de Investigación en Matemáticas, A.C. (CIMAT)		2
Centro de Investigación en Materiales Avanzados, S. C. (CIMAV)		48
Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE)		21
Instituto de Ecología, A. C. (INECOL)		4
Instituto Potosino de Investigación Científica (IPICYT)		18
Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA)	SDIT	97
Centro de Innovación Aplicada en Tecnologías Competitivas (CIATEC)		14
Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A. C. (CIATEJ)		60
CIATEQ, A.C. Centro de Tecnología Avanzada (CIATEQ)		16
Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial (CIDESI)		16
Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica, S. C. (CIDETEQ)		11
Corporación Mexicana de Investigación en Materiales, S. A. de C. V. (COMIMSA)		92
Fondo de Información y Documentación para la Industria (INFOTEC)		4

Adaptación a partir de Conacyt (2000-2013).

Mexicana de Investigación en Materiales, S. A. de C. V. (COMIMSA), Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA) y Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A. C. (CIATEJ), que son CC pertenecientes al SDIT.

Sin embargo, De Gortari Rabiela (2002) señala la necesidad de que los CC adopten un enfoque hacia el mercado; es decir, el cambio de un esquema de *technology push* (empuje de tecnología) al de *market pull* (demanda del mercado), a fin de que puedan responder a los retos de la industria. En ese marco, se hace necesario un enfoque donde los investigadores incorporen capacidades de gestión y comercialización que permitan resolver problemas de la industria/empresa.

El objetivo del artículo es documentar el estado que guarda el registro de invenciones de los CC y su transferencia a empresas mexicanas por comercialización vía licencia o cesión. Para ello se describe el método de investigación; se presentan los resultados de esta investigación y, por último, las consideraciones finales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la recolección de información se diseñó un instrumento tipo encuesta compuesto por cuatro categorías, que a su vez encierran un total de 12 preguntas. La información se obtuvo por dos vías: a) correo electrónico dirigido a los directivos de vinculación, comercialización y/o innovación de los CC, con solicitud, justificación e instrucciones para llenar la encuesta en línea y b) solicitudes de llenado de la encuesta usando los trámites de acceso a la información pública en el sitio electrónico del Instituto Federal de Acceso a la Información y Protección de Datos (IFAI).

El cuestionario buscaba obtener datos sobre el desarrollo de patentes que los CC (o sus investigadores) han registrado ante el IMPI y en el extranjero. Se les preguntó cuántas patentes, modelos de utilidad y diseños industriales conservan en modalidad de título otorgado para el periodo 2000-2013; se descartaron aquellos que estuvieran en proceso de solicitud. De la misma forma se solicitó información acerca de cuántos de esos títulos se habían transferido a empresas mexicanas y/o extranjeras.

La encuesta se enfocó a los CC del subsistema ciencias exactas y naturales (SCEyN) y subsistema de

desarrollo e innovación tecnológica (SDIT), entonces 19 son sujetos de estudio; la tasa de respuesta fue de 18 CC (que corresponde a 95%). Cabe destacar que 12 respondieron vía electrónica (encuesta en línea) y los restantes 6 a través de IFAI.

En ese marco, como ya se mencionó, el objetivo del presente trabajo es documentar el estado que guarda el registro de invenciones de los CC y su transferencia a empresas mexicanas; para ello se planteó el supuesto de que 30% de las invenciones protegidas bajo las figuras de patentes, modelos de utilidad y diseños industriales se ha transferido hacia el sector empresarial.

RESULTADOS

Los CC encuestados reportaron 306 títulos de patentes otorgados por el IMPI y 42 patentes registradas en el extranjero durante el periodo 2000 a 2013. Es decir, un total de 348 títulos de patentes. Por ello, existe una diferencia en los datos reportados en la encuesta y los datos reportados en los indicadores anuarios presentados en la Tabla 4. Para valorar esta diferencia se declara la siguiente hipótesis nula: H_0 : No existe una diferencia significativa entre los datos de los indicadores anuarios de Conacyt y los datos de la encuesta. La hipótesis se probó utilizando la prueba *ji cuadrada no paramétrica* (χ^2), cuyo resultado es $\chi^2 = 1.25761E-48$, lo cual indica que se acepta la hipótesis nula. Por tanto, se infiere que no existe una diferencia significativa entre los datos reportados por Conacyt y los obtenidos mediante la encuesta.

De las 306 patentes registradas en IMPI, los CC reportan que 27 han sido transferidas a empresas nacionales (Tabla 5), donde destaca el Centro de Investigación en Materiales Avanzados, S. C. (CIMAV), mismo que ha transferido seis patentes; asimismo, la Corporación Mexicana de Investigación en Materiales, S. A. de C. V. (COMIMSA) y el Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA), ambos con cinco patentes transferidas. Esto implica que solamente 8.82% de los títulos de patente terminan en una licencia. Cabe mencionar que las patentes registradas en el extranjero tienen un comportamiento algo diferente; por ejemplo, 6 de las 36 patentes han sido transferidas en el extranjero; es decir, aproximadamente 17% de los títulos de patente terminan en una licencia.

Tabla 5. Patentes transferidas (2000-2013) por los CC en México

CC	FE	FO	Patentes transferidas
CIAD	8	10	0
CIBNOR	8	8	0
CICESE	6	5	1
CICY	7	6	3
CIMAT	2	0	0
CIMAV	48	25	6
CIO	48	8	1
INAOE	21	10	1
INECOL	4	4	0
IPICYT	18	3	0
CIATEC	14	6	3
CIATEJ	60	14	2
CIATEQ	16	53	0
CIDESI	16	4	0
CIDETEQ	11	4	0
CIQA	97	127	5
COMIMSA	92	19	5
INFOTEC	4	0	0
TOTAL	480	306	27

Elaboración propia con datos de la encuesta.

En relación con los modelos de utilidad, los CC reportaron 9 títulos registrados, de los cuales 4 se han transferido en México; de la misma forma, es importante señalar que solo siete CC producen este tipo de invención. Respecto a los diseños industriales, los CC reportan 58 títulos registrados, de los cuales 24 se han transferido en México, con un porcentaje de transferencia de 41.37%. Solamente cuatro de estos centros generan este tipo de invención (Tabla 6). Según el objetivo de los CC que hace alusión a la tarea de vincular la ciencia y tecnología con la sociedad y el sector productivo para atender sus

Tabla 6. Modelos de utilidad (MU) y Diseños industriales (DI) registrados y transferidos por los CC en México de 2000 a 2013

CC	MU	MU transferidos	DI	DI transferidos
CIBNOR	1	1	0	0
CICY	1	1	1	1
CIATEC	1	1	19	18
CIATEJ	1	1	0	0
CIDESI	1	0	0	0
CIDETEQ	1	1	1	0
COMIMSA	3	0	37	5
TOTAL	9	4	58	24

Elaboración propia con datos de la encuesta.

Tabla 7. Resultados obtenidos al aplicar las pruebas de hipótesis $H_0: p \leq 0.30$

Concepto	Estadístico	Inferencia
Patentes (registro nacional)	$z=1.97$	Se acepta H_0 , las patentes con registro nacional transferidas es menor de 30%.
Patentes (registro en el extranjero)	$z=1.16$	Se rechaza H_0 , las patentes con registro en el extranjero transferidas son mayores a 30%.
Modelos de utilidad	$z=-1.25$	Se rechaza H_0 , los modelos de utilidad transferidos son mayores a 30%.
Diseños industriales	$z=-0.98$	Se rechaza H_0 , los diseños industriales transferidos son mayores a 30%.

Elaboración propia.

problemas y los resultados ilustrados, se infiere que el Centro de Innovación aplicada en Tecnologías Competitivas (CIATEC) es un centro bastante productivo y altamente vinculado, ya que ha transferido 84.61% de sus invenciones.

En relación con el supuesto planteado H_0 (hipótesis nula): 30% de las invenciones de los CC protegidas bajo las figuras de patentes, modelos de utilidad (MU) y diseños industriales (DI), se ha transferido. Se valida con la prueba estadística de proporciones, con un nivel de confianza $\alpha = 0.05$; los datos y cálculos se ilustran en la Tabla 7.

Por otro lado, de acuerdo con la información obtenida, no se observa una tendencia clara de que el monto de recursos financieros destinados a los distintos CC impliquen una mayor cantidad de patentes, o que de la misma forma, el número de investigadores tenga un impacto directo en esta variable. Por ejemplo, si uno toma en cuenta la información que aparece en la Tabla 8 (patentes, financiamiento, investigadores promedio y la proporción de investigadores miembros del Sistema Nacional de Investigadores con respecto al número total de investigadores), es posible observar que el Centro de Investigación en Materiales Avanzados, S. C. (CIMAV) es el que ocupa el primer lugar en número de patentes registradas para el periodo 2005-2008; sin embargo, ocupa la novena posición en términos de los recursos financieros destinados al mismo y la posición 17 de

acuerdo a la cantidad de investigadores adscrita al centro. Cabe destacar, sin embargo, que ocupa la primera posición en cuanto a la proporción de investigadores clasificados dentro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) con respecto al total de investigadores de los centros.

Una situación similar a la anterior se presenta en el Centro de Investigaciones en Óptica, A. C. (CIO), que ocupa la segunda posición en términos de la cantidad de xpatentes generadas para el periodo de análisis y la décima posición en lo que respecta al financiamiento. En términos del número de investigadores promedio, ocupa la antepenúltima posición y el segundo lugar en la proporción de investigadores que cuentan con el reconocimiento del SNI.

Tabla 8. Patentes, financiamiento, # de investigadores y relación entre los mismos e inversión total con el fin de identificar relaciones entre variables y los CC, 2005-2008

Centro	Patentes	Financiamiento	Investigadores promedio	Inv. SNI/Inv. Totales
CIMAV	34	467,380,206.0	38	98.7%
CIO	29	448,270,369.0	61	95.5%
COMIMSA	20	1,525,842,000.0	183	1.8%
CIQA	19	489,983,885.0	72	49.8%
CIATEQ	12	1,896,991,263.0	190	5.9%
CIATEJ	11	385,181,025.0	88	23.0%
CIDESI	11	798,578,763.0	62	9.2%
IPICYT	11	420,667,441.0	47	116.1%
INAOE	6	882,688,169.0	129	78.4%
CIATEC	4	442,395,747.0	92	10.3%
CICESE	2	1,368,924,866.0	177	80.2%
CIAD	2	101,583,215.0	175	44.6%
CIBNOR	2	1,164,778,161.0	116	86.0%
CIDETEQ	2	276,263,747.0	70	18.6%
CIMAT	1	492,658,694.0	67	72.5%
CICY	1	18,392,428.0	66	90.2%
INECOL	0	125,815,600.0	110	59.2%

Elaboración propia con datos de Conacyt (s. f.).

Un caso interesante es el de Corporación Mexicana de Investigación en Materiales, S. A. de C. V. (COMIMSA), organización que ocupa la tercera posición en términos de la cantidad de patentes generadas en el periodo de análisis. Este centro ocupa el segundo lugar en términos del financiamiento recibido durante el periodo, así como el segundo lugar en cuanto al número de investigadores adscritos a esta institución. Lo interesante es que de sus investigadores solamente 1.8% cuentan con el reconocimiento del SNI.

DISCUSIÓN

A pesar de los hallazgos de la Tabla 8, los resultados deben tomarse bajo ciertas consideraciones, la principal que la inversión en ciencia y tecnología generalmente tarda años en rendir frutos debido a la naturaleza de los procesos de experimentación. En ese marco, las patentes mostradas en cuadros previos pueden ser el resultado de una transición hacia el desarrollo de una cultura de generación de resultados de innovación, de manera que aquellos centros que actualmente pueden no estar registrando patentes, pero sí están recibiendo financiamiento, tal vez lo hagan en el mediano plazo.

Asimismo, de acuerdo con Calderón Martínez (2014: 40), las pocas patentes transferidas

se vinculan con la baja capacidad de absorción por parte de la industria, las diferencias entre los resultados de investigación y las necesidades del sector productivo, así como con la debilidad de los incentivos existentes para la protección de la propiedad intelectual.

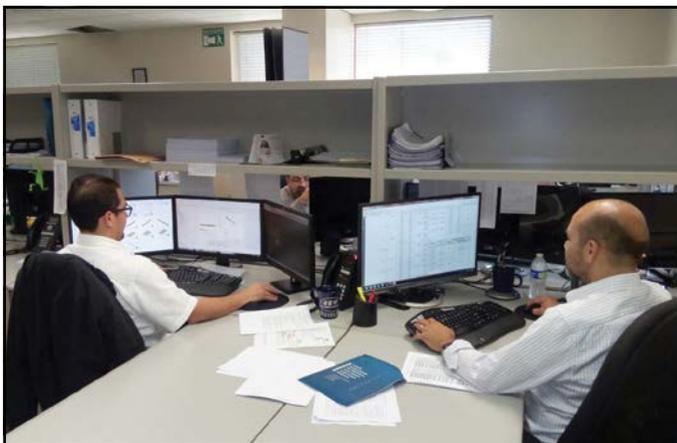


Figura 2. Se estudia la transferencia de propiedad industrial por comercialización.

En el mismo sentido, Closs et al. (2012) señalan que en Brasil el sector productivo no invierte en el desarrollo de nuevos productos, por lo que su capacidad de absorción de patentes es nula; indican además que no existe una cultura empresarial en las universidades que les permita comercializar sus innovaciones.

A pesar de la relevancia que tiene para el desarrollo económico de las naciones la transferencia de tecnología, en este caso de patentes, entre la universidad y la industria, se han realizado pocos estudios sobre el tema en los países en desarrollo (Varzim y Rapini, 2010, en Closs et al., 2012).

Los resultados obtenidos confirman los señalamientos emitidos por De Gortari Rabiela (2002) sobre la escasa transferencia de conocimiento y desarrollo tecnológico que implica la necesidad de impulsar la función de comercialización de las innovaciones en los CC, desarrollando competencias en el personal y/o contratando personal ex profeso para ello. Propuesta que en el mismo sentido plantean Closs et al. (2012), al indicar que la transferencia de tecnología exige la creación de estructuras institucionales que permitan a los investigadores dedicarse a este proceso y un programa de formación para investigadores donde se desarrollen habilidades comerciales.

Además debería considerarse que algunas empresas necesitan innovar para mantener su competitividad, hecho que defina el trabajo cooperativo entre los CC y los sectores productivos, aunque ello implique el que los investigadores diseñen sus proyectos con el objetivo de dar respuesta a las necesidades tecnológicas de las empresas, lo que garantizaría la transferencia de las invenciones.

CONCLUSIONES

Las estadísticas mostradas permiten observar que la empresa mexicana no es favorecida por la propiedad industrial que tienen en su cartera de productos los CC. Sólo 8.82% de los títulos de propiedad industrial registrados en México ha sido transferido y el resto se conserva inactivo; es decir, no ha generado un proceso de licenciamiento o de venta de la patente al sector empresarial. Por ello es pertinente que la propiedad industrial que está lista para ser transferida encuentre su camino hacia los distintos sectores, de ahí la conveniencia de diseñar políticas públicas que detonen dicho proceso.

Siguiendo a Calderón Martínez (2014: 38):

los derechos de propiedad industrial no se consideran únicamente un documento legal sino que, en algunos casos, están presentes en aspectos que van desde el intercambio de conocimiento hasta la obtención de fondos para la investigación, la protección y transferencia de resultados.

Ante un escenario de recortes presupuestales como el actual, la transferencia de patentes es un medio para la obtención de recursos financieros que les permitan a los CC seguir trabajando como hasta ahora.

Es importante señalar que el estudio se limitó a la transferencia de propiedad industrial por comercialización, la cual "se refiere a intercambios basados en actividades científicas con una orientación comercial sobre procesos o productos específicos: empresas de base científica, contratos de investigación, asesorías, patentes y licencias, entre otros" (Stezano Pérez, 2012: 14); en el futuro es importante ampliar el análisis e incluir la transferencia formal e informal mediante, por ejemplo, la clasificación establecida por Stezano Pérez (2012: 14), quien argumenta que

el canal informal incluye las interacciones personales establecidas sin que medien en ellas relaciones organizacionales formales, mientras que el canal formal implica la transmisión de conocimientos codificados por medios formales, como publicaciones, reportes y conferencias; y tácitos vía capital humano, tales como acuerdos organizacionales formales para la movilidad de personal y el entrenamiento de fuerza laboral.

Además del planteamiento de generar estrategias de política pública que incentiven la transferencia de títulos de propiedad industrial, se hace necesario llevar a cabo un análisis al interior de los CC que permita identificar fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas, y con ello realizar planteamientos específicos para aumentar los indicadores asociados a variables de licencias y patentes. Este análisis permitirá tener en cuenta variables adicionales que permitirían hacer un estudio más puntual, como puede ser la edad del investigador, el género, si cuenta con posdoctorado –nacional o internacional–, antigüedad en el CC, entre otras; así como revisar lo que se está haciendo en el sector privado y el papel que juegan las universidades en los mismos indicadores.

Finalmente, la información aquí vertida permite hacer un comparativo entre los indicadores referidos a títulos de propiedad industrial entre los CC, así como la situación que guardan con el sector privado; la importancia de los valores mostrados permite que estos sean tomados por los propios CC para tener un marco de referencia (*benchmarking*) y qué es lo que se tendría que hacer si el objetivo fuera mantenerse en la cima de la clasificación o avanzar hacia los primeros lugares. De la misma forma, se vuelve un elemento importante para las administraciones estatales, que pueden a su vez generar estrategias específicas (normativas, fiscales, financieras y alianzas) para que estos CC se vinculen con los sectores educativos y productivos locales; asimismo, se transformen en un motor de desarrollo empresarial con capacidad de atracción de empresas innovadoras que desarrollen productos nuevos y exista énfasis en la mejora de procesos.

LITERATURA CITADA

- CABELLO, A. y ORTIZ, E. Políticas públicas de innovación tecnológica y desarrollo: teoría y propuesta de educación superior. *Convergencia*, 20(61): 135-172, 2013.
- CALDERÓN MARTÍNEZ, G. Patentes en Instituciones de Educación Superior en México. *Revista de la Educación Superior*, XLIII(2)(170): 37-56, 2014.
- CLOSS, L. et al. Intervenientes na Transferência de Tecnologia Universidade-Empresa: o Caso PUCRS. *RAC-Revista De Administração Contemporânea*, 16(1): 59-78, 2012.
- DAUTREY, P. Desarrollo y apertura económica en México: la eterna cuestión de los eslabones perdidos. *RIPS Revista de Investigaciones Políticas y Sociológicas*, 7(2): 153-166, 2008.
- DEGORTARI RABIELA, R. Impacto de la demanda empresarial en los centros de investigación y desarrollo. *Nueva Antropología. Revista de Ciencias Sociales*, número 60, 89-100, 2002.
- KANTIS, H. y DÍAZ, S. *Estudio de Buenas Prácticas. Innovación y emprendimiento en Chile: una radiografía de los emprendedores dinámicos y de sus prácticas empresariales*. Santiago, Chile: Endeavor, 2008.
- LOMELÍ VANEGAS, L. y MURAYAMA RENDÓN, C. México frente a la crisis: hacia un nuevo curso de desarrollo. *Economía UNAM*, 6(018): 7-60, 2009.
- LÓPEZ G., S. et al. Un acercamiento al concepto de la transferencia de tecnología en las universidades y sus diferentes manifestaciones. *Panorama Socioeconómico*, 24(32): 70-81, 2006.

- OECD (ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT) *OECD Patent Statistics Manual*. París, France: Organisation for Economic Cooperation and Development, 2009.
 - OMPI (ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA PROPIEDAD INTELECTUAL) *Principios básicos de la propiedad industrial. Publicación 895 (S)*. Suiza: Autor.
 - SALVADOR BENÍTEZ, J. L. Desarrollo, educación y pobreza en México. *Papeles de población*, 14(55): 237-257, 2008.
 - STEZANO PÉREZ, F. A. Construcción de redes de transferencia ciencia-industria en el sector de biotecnología en México: Estudio de caso sobre las vinculaciones tecnológicas entre investigadores de CINVESTAV Irapuato y LANGEBIO y empresas del sector agro-biotecnológico. *Estudios sociales*, 20(39): 9-38, 2012.
- De páginas electrónicas**
- CÁMARA DE DIPUTADOS. Ley de ciencia y tecnología. *Diario Oficial de la Federación*, 5 de junio de 2002. Recuperado el 5 de abril de 2016, de http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/242_081215.pdf
 - CÁMARA DE DIPUTADOS. Ley Orgánica del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. *Diario Oficial de la Federación*, 20 de mayo de 2014. Recuperado de <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/243.pdf>
 - CONACYT (CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA) *Anexos informe 2013*. Anexo capítulo II. Recursos humanos en ciencia y tecnología. México: Autor. 2010-2013. Recuperado de <http://www.siicyt.gob.mx/index.php/estadisticas/informe-general/informe-general-2013/anexos-informe-2013>, <http://www.siicyt.gob.mx/index.php/estadisticas/informe-general/informe-general-2010>, <http://www.siicyt.gob.mx/index.php/estadisticas/informe-general/informe-general-2011>, <http://www.siicyt.gob.mx/index.php/estadisticas/informe-general/informe-general-2012>, <http://www.siicyt.gob.mx/index.php/estadisticas/informe-general/informe-general-2013>
 - CONACYT (CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA) *Anuarios estadísticos 2001-2009, SIICYT*. [Portal] México: Autor, s.f. Recuperado de <http://www.siicyt.gob.mx/index.php/estadisticas/informe-general>
 - CONACYT (CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA) *Centros públicos de investigación Conacyt, Conacyt*. 2014. Recuperado el 4 de marzo de 2014, de <http://conacyt.gob.mx/index.php/el-conacyt/centros-de-investigacion-conacyt>
 - CONACYT (CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA) *Comunicado de prensa 38/11: Urgen a incrementar el número de patentes en el país*. D. F., México: Autor, 26 de abril de 2011. Recuperado el 4 de marzo de 2014, de <http://2006-2012.conacyt.gob.mx/comunicacion/comunicados/Paginas/38-11.aspx>
 - CONACYT (CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA) *Evalúan desempeño de los centros públicos CONACYT*. Veracruz, México: Autor, 27 de abril de 2010. Recuperado el 24 de noviembre de 2016, de <http://2006-2012.conacyt.gob.mx/comunicacion/comunicados/Paginas/30-10.aspx>
 - CONACYT (CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA) Programa Especial de Ciencia y Tecnología 2008-2012. *Diario Oficial de la Federación*, 16 de diciembre de 2008. Recuperado el 24 de noviembre de 2008, de http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5074624&fecha=16/12/2008
 - DUTTA, S. y LANVIN, B. (Eds.). *The global innovation index 2013. The local dynamics of innovation*. Ithaca-Fontainebleau-Geneva: Cornell University-INSEAD-WIPO. Recuperado el 10 de marzo de 2014, de http://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/economics/gii/gii_2013.pdf
 - IMPI (INSTITUTO MEXICANO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL) *IMPI en Cifras 2014*. México: Autor. 2014. Recuperado el 10 de marzo de 2014, de http://www.impi.gob.mx/QuienesSomos/ICIFRAS/IMPI_CIFRAS_ene_sep_2013.pdf
 - INEGI (INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA) *Encuesta sobre Investigación y Desarrollo Tecnológico (2010)*. México: Autor, s. f.a. Recuperado el 5 de junio de 2014, de <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/accesomicrodatos/esidet/default.aspx>
 - INEGI (INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA) *Sistema de cuentas nacionales*. México: Autor, s. f.b. Recuperado el 5 de junio de 2014, de <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/scn/>
 - OECD (ORGANISATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT) *Main science and technology indicators 2011/2*. París, France: OECD, 2012. Recuperado el 8 de marzo de 2014, de <http://www.oecd.org/science/inno/49501885.pdf>
 - OCDE (ORGANIZACIÓN DE COOPERACIÓN Y DESARROLLO ECONÓMICOS)-EUROSTAT (OFICINA DE ESTADÍSTICAS DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS) *Manual de Oslo. Guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación*. 3 ed. Autor, 2005. Recuperado el 2 de junio de 2016, de <http://www.dgi.ubiobio.cl/dgi/wp-content/uploads/2010/07/manualdeoslo.pdf>
 - SECOFI (SECRETARÍA DE COMERCIO Y FOMENTO INDUSTRIAL). Ley de Fomento y Protección de la Propiedad Industrial. *Diario Oficial de la Federación*, 27 de junio de 1991. Recuperado el 3 de mayo de 2014, de <http://dof.gob.mx/index.php?year=1991&month=06&day=27>
 - SHCP (SECRETARÍA DE HACIENDA Y CRÉDITO PÚBLICO) *Cuenta pública*. México: Autor, s. f. Recuperado el 6 de septiembre de 2014, de http://www.shcp.gob.mx/EGRESOS/contabilidad_gubernamental/Paginas/cuenta_publica.aspx
 - VILLALOBOS GARCÍA, L. y PONCE TALANCÓN, H. *La educación como factor del desarrollo integral socioeconómico. Contribuciones a las Ciencias Sociales*, julio de 2008. Recuperado de <http://www.eumed.net/rev/cccs/02/vgpt.htm>
 - WIPO (WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION) *World Intellectual Property Indicators. Economic & Statistic Series*. Switzerland: WIPO, 2013. Recuperado el 10 de marzo de 2014, de http://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/intproperty/941/wipo_pub_941_2013.pdf

La correlación del clítico *se* y las preposiciones *a/para* en verbos de movimiento intransitivos en el español del siglo XIII

The correlation between the clitic *se* and the prepositions *a/para* in intransitive motion verbs of the 13th century Spanish

Cristina Eslava Heredia^{1*}

Eslava Heredia, C. La correlación del clítico *se* y las preposiciones *a/para* en verbos de movimiento intransitivos en el español del siglo XIII. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*. Número 69: 64-72, septiembre-diciembre 2016.

RESUMEN

El artículo² trata de la alternancia de las preposiciones *a/para* en la formación de la Meta en construcciones con verbos de movimiento intransitivos del español del siglo XIII. Se hace énfasis en la correlación entre la presencia de un clítico pronominal *se* y la elección de una preposición directiva como preconfiguración de la Meta: como argumento al elegir *a* o como no-argumento al elegir *para*. La elección de *para* constituiría un paso intermedio de la función del clítico como «habilitador de categoría vacía»³ que se manifiesta en etapas posteriores (p. e. Juan fue al parque/*Juan fue/Juan se fue para el parque/Juan se fue).

ABSTRACT

This work presents the alternation of the prepositions *a/para* when these perform the goal locative complement in structures constructed with intransitive motion verbs in 13th century Spanish. The emphasis

Palabras clave: verbos de movimiento, clítico, preposiciones *a/para*, siglo XIII.

Keywords: motion verbs, pronom, prepositions *a/para*, 13th century.

Recibido: 26 de octubre de 2015, aceptado: 16 de junio de 2016

¹ Departamento de Letras, Centro de las Artes y la Cultura, Universidad Autónoma de Aguascalientes.

* Autor para correspondencia: hceslava@correo.uaa.mx

² La autora agradece los comentarios y correcciones de la Dra. Blanca Elena Sanz Martín y la asistencia de Mario Antonio Frausto Grande en la elaboración de este trabajo. El contenido de este artículo es, por supuesto, responsabilidad totalmente de la autora.

³ Agradezco a los dictaminadores anónimos la sugerencia de usar este término, pues ayuda a no confundir el uso del clítico con un clausurador de argumento *per se*.

is placed on the correlation between the presence of the pronominal clitic *se* and the choice of a directive preposition as a preconfiguration of the goal: as argument with the preposition *a* or not argument with the preposition *para*. The choice of the preposition *para* is an intermediate step towards the clitic as an “empty category habilitator”, present in subsequent stages of the language (e. g. Juan fue al parque./*Juan fue/Juan se fue para el parque/Juan se fue).

INTRODUCCIÓN

El estudio de construcciones con verbos de movimiento ha sido de gran interés desde diferentes perspectivas sincrónicas y diacrónicas. A partir de estos estudios se sabe que el significado cognitivo de *movimiento* supone al menos tres fases: el origen o Fuente, la ruta o el movimiento mismo y el destino o Meta (véase los trabajos de Talmy, 1975, 1985; Crego García, 2000; Ibáñez Cerda, 2005; García Miguel, 2006; entre otros). Según Ibáñez Cerda (2002, 2005), algunos verbos son capaces de integrar en su construcción la Fuente y la Meta, en tanto que comparten un mismo marco conceptual (Fillmore, 1982); por ejemplo, en español actual las formas: *ir*, *venir*, *salir* y *regresar* formalizan ambos locativos, tal como se ejemplifica en las oraciones de (1-4):

- (1) Juan fue de la escuela a la casa.
- (2) Juan vino del trabajo a la Universidad.
- (3) Juan salió del restaurante al mirador.
- (4) Juan regresó del gimnasio a su casa.

Ibáñez Cerda (2002: 170) reconoce que, ciertamente, es posible construir oraciones que expresen la

Fuente y la Meta, en una misma oración, como los casos anteriores de (1-4) y el ejemplo de (5a). Sin embargo, lo que señala el autor es que en el uso real, casi siempre se prescinde de la Fuente más que de la Meta. El ejemplo de (5b) es gramatical aunque no aparezca la Fuente formalizada; mientras que en (5c), la carencia de la Meta hace la oración agramatical.

- (5) a. Luis fue de Puebla a Tehuacán
 b. Luis fue a Tehuacán
 c. *Luis fue de Puebla (Ibáñez Cerda, 2002: 170)

El autor observa que el uso del «clítico posibilita la aparición de la Fuente cubriendo el hueco que el verbo no pronominal evidencia» (Ibáñez Cerda, 2002: 170), tal como en el ejemplo de (6).

- (6) Luis se fue de Puebla

Entonces, el autor afirma que «mientras que *ir* pone especial énfasis en la Meta, *irse* pone en perspectiva a la Fuente» (Ibáñez Cerda, 2002: 170); es decir, propone que “la función del clítico es la de perfilar la Fuente acosta de la Meta” (Ibáñez Cerda: 171).

Una segunda propuesta desarrollada por Bogard Sierra (2006: 768) propone que el clítico en ciertos verbos de movimiento, como *ir*, tiene la función de marca de aspectual y ofrece el par de ejemplos siguientes:

- (7) a) El señor fue a vivir a la playa
 b) El señor se fue a vivir a la playa

Para el autor, la diferencia entre estas oraciones consiste en que la primera es concomitante con una lectura durativa, mientras que la segunda favorece una lectura perfectiva. La interpretación dependerá del contexto donde esté insertada la oración y ofrece los siguientes ejemplos para explicar el punto.

- (8) a. El señor fue a vivir a la playa cada vez que necesitó mejorar su salud
 b. *El señor se fue a vivir a la playa cada vez que necesitó mejorar su salud
- (9) a. El señor se fue a vivir a la playa cuando su salud no resistió más la altura de la capital
 b. *El señor fue a vivir a la playa cuando su salud no resistió más la altura de la capital

El autor explica que en el caso de (8) el contexto agrega un sentido de duratividad, de iteratividad; mientras que en el caso de (9) hay un sentido de completud o término. En (8) la forma no marcada es aquella que no incluye el clítico en la estructura (8a), pues se asocia con una lectura iterativa, dada por la interpretación oracional del proceso que se repite, en tanto evento completo, una vez tras otra, dentro de una escala determinada de tiempo (cf. Ibáñez Cerda, 2002); mientras que la inclusión del clítico en (8b) derivará en una estructura marcada o agramatical. En (9), la construcción con clítico (9a) es la no marcada, pues, se asocia con un sentido de completud; mientras que (9b) resulta bastante marcada o agramatical, a decir del autor.

Por último, Maldonado (1993, en Ibáñez, 2002: 179-180) propone otra alternativa sobre la función del clítico en verbos de movimiento intransitivos y señala que en el par *caer/caerse*, el clítico funciona como un marcador pragmático de “contraexpectativa”, y lo ejemplifica de la siguiente manera:

- (10) a) El tiro de Jordan cayó de la canasta con toda limpieza
 b) *El tiro de Jordan se cayó de la canasta con toda limpieza

En el caso de (10a), la oración es correcta en función de que la caída de la pelota es totalmente esperada, según la ley de la gravedad y, por tanto, carece del clítico; por el contrario el ejemplo (10b) es agramatical, debido a que el clítico añade un sentido de evento inesperado, el cual se ilustra mejor en el siguiente ejemplo de (11).

- (11) a) El florero se cayó de la mesa

En este caso, el clítico cumple la función de “marcador de contraexpectativa”, dado que expresa la violación de la permanencia esperada del florero sobre la mesa.

Para etapas tempranas del español como el siglo XIII, no obstante, la presencia del clítico no parece desempeñar la función de cambio de perspectiva de la Fuente en detrimento de la Meta como señala Ibáñez Cerda (2002). Tampoco se encuentran contextos donde el clítico suponga un sentido de contraexpectativa que esté, a su vez, ligado con la presencia de la Fuente o la Meta, como señala Maldonado (1993). Como se verá más adelante, los datos del siglo XIII muestran que, aunque el clítico está presente, la

Meta persiste en la oración; pero sí hay modificaciones en la construcción de la misma al introducir el referente locativo con la preposición *para*, en lugar de la preposición prototípica *a*.

A partir del análisis de un corpus cerrado de textos representativos del siglo XIII, se ha observado que existe una marcada alternancia entre las preposiciones *a/para* en construcciones con verbos de movimiento intransitivos; mientras que otras preposiciones directivas como *hacia* y *contra* manifiestan muy baja frecuencia⁴.

La elección de *a* y *para* como marcadores de la relación espacial Meta parece estar altamente relacionada con el clítico pronominal se en todas sus formas paradigmáticas. Como se verá a continuación, la preposición *a* puede ocurrir tanto con el clítico se, como sin él; mientras que la preposición *para* depende de la presencia del mismo. Se ponen a consideración del lector las siguientes estructuras de (12a y b).

- (12) a. Yermo es este logar, e la hora se passa; dexar ir las yentes a los castiellos a comprar que coman [Mateo, 46, 14:15]
b. otros dizen quele levara nuestro sennor Dios e que se fuera el pora El por la razón dantes desta salida de Egipto que fablara Dios alli con el [GEI, 467.24a]

En (12a) se observa que el verbo carece del clítico y la Meta es introducida por la preposición *a*. En cambio, en (12b) el verbo incluye en su construcción un clítico y una Meta introducida por la preposición *para*. La alta frecuencia de uso que las preposiciones *a* y *para* poseen en contextos similares, frente a otras menos frecuentes, y la escasa presencia bibliográfica que las oponen justifican el análisis realizado⁵. Es interesante establecer las motivaciones sintácticas o semánticas que llevaron al usuario del siglo XIII a alternar entre dos partículas directivas, como *a* y *para*. De lo anterior se formulan las siguientes preguntas: ¿exis-

te dependencia entre el clítico y la selección de la preposición que introduce a la Meta? y ¿cuál sería entonces la función del clítico en las oraciones con verbos de movimiento intransitivos en el español del siglo XIII?

Lo que se propone aquí es que el clítico afecta al locativo Meta degradando su estatus argumental y tal degradación se formaliza con la selección de la preposición directiva *para*. La elección de esta preposición podría constituir un paso intermedio de la función de clítico como un «habilitador de categoría vacía» vía hacia el perfilamiento de la Fuente en oraciones con verbos de movimiento, tal como propone Ibáñez Cerda (2002), para etapas más tardías de la lengua española.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el análisis se recurrió a un corpus cerrado conformado por textos representativos del siglo XIII. El conjunto textual usado en el análisis procuró mostrar variedad temática: sapiencial, legal, crónica y religiosa. Con el fin de mantener un control cuantitativo, se utilizó un promedio de 21,000 palabras por género textual, lo cual sumó un total de 84,000 palabras. En este estudio particular se trabajó con tres verbos prototípicamente intransitivos y altamente frecuentes en el español del siglo XIII: *ir*, *venir* y *tornar*⁶.

Estos verbos manifiestan también una alta frecuencia de locativo explícito según Ibáñez Cerda (2005: 192) y Eslava Heredia (2013: 55) y, principalmente, privilegian la expresión de un locativo Meta o destino. Se trata de verbos intransitivos, particularmente, del tipo inacusativo, ya que su sujeto es el que cambia de lugar o se ve afectado con dicho cambio (Mendikoetxea, 1999a: 1606-1607, 1999b: 1700-1701). Además, estos verbos cubren todas las fases del movimiento y, por tanto, reproducen isomórficamente una estructura conceptual general de toda la clase; es decir, designan el movimiento como un desplazamiento completo de un punto de partida a uno de arribo (Ibáñez Cerda, 2002, 2005). De lo anterior, estos verbos se agrupan aspectualmente, como realizaciones o *accomplishments*, como los denomina Dowty (1979). Esta subclasificación de carácter aspectual permite, como lo propone Ibáñez Cerda (2005), derivar el estatus argumental de los complementos locativos que acompañan a los verbos en sus proyecciones oracionales (cf. Horno Chéliz, 1998), al menos de una manera general, sin que por ello se restrinjan del todo sus posibilidades constructivas.

⁴ Según el estudio de corpus Eslava (2013: 92) la preposición *contra* no rebasa 3%; *hasta*, 1% y *hacia*, 1%.

⁵ En general los estudios de preposiciones contrastan de la siguiente manera las preposiciones adlativas: Trujillo (1971) contrasta los significados de: *a/hasta*, *para/por* y *para/hacia*; Morera (1998, 1990) contrasta los significados de *a/hasta*, *para/hacia* y *hacia/contra*.

⁶ Estos verbos están entre los prototípicos de movimiento incluidos en el bien conocido estudio tipológico de Talmy (1985) sobre patrones de lexicalización; en cuanto al español contemporáneo o actual, en particular, también estos verbos se reportan como de alta frecuencia, según el estudio de corpus de Ibáñez Cerda (2002: 170, 2005) y, para el español alfonsí o siglo XIII, los resultados de análisis de corpus de Eslava Heredia (2013: 17) también los señala como de alta frecuencia.

Por último, es conveniente el apoyo de algunas definiciones o características de las preposiciones directivas estudiadas aquí. Según Morera (1998: 239) las preposiciones *a* y *para* en los orígenes de la lengua podrían haber presentado los siguientes rasgos definitorios: *a* tenía un «sentido adlativo finitivo sin extensión»; mientras que *para* mostraría un «sentido adlativo initivo con determinación al límite». Así la preposición *a* implica la idea final del movimiento de aproximación a un límite, esto supone entonces mayor determinación; mientras que la forma *para* remite al inicio del movimiento de aproximación a un límite y, por tanto, se relaciona con una menor determinación de la meta. Recordemos también que, para usos actuales, Morera redefine los rasgos de *para* en función de los movimientos de significado que sufren las preposiciones *hacia* y *contra*, también initivas: *a* en la actualidad tendría un «sentido adlativo finitivo sin extensión»; mientras que *para* mostraría un «sentido adlativo initivo con límite que se alcanza».

RESULTADOS

Como primer factor de análisis se determinó cuantitativamente la ocurrencia explícita de complementos de carácter locativo en las construcciones de los verbos analizados: *ir*, *venir* y *tornar*. En la Tabla 1 se observa que los porcentajes muestran que, para el siglo estudiado, existe una alta frecuencia de presencia del complemento locativo; al menos el total porcentual es de 67%⁷ de frecuencia relativa de uso de este adyacente verbal.

Un segundo factor de análisis altamente relevante en términos cuantitativos es la presencia o ausencia de un clítico pronominal. En la Tabla 2 es

Tabla 1. Presencia vs. ausencia de complemento locativo (CLOC)

Verbo	Presencia CLOC	Ausencia CLOC
<i>Ir</i>	68% (186/272)	32% (86/272)
<i>Venir</i>	58% (139/238)	42% (99/238)
<i>Tornar</i>	86% (78/91)	14% (13/91)
Total	67% (403/601)	33% (198/601)

posible observar con claridad tendencias muy interesantes en cuanto a las relaciones que se establecen entre el verbo en su forma pronominal y la presencia del complemento locativo.

Dos tendencias porcentuales llaman la atención en los datos de la Tabla 2: 1) se observan altos concentrados de copresencia del clítico y el complemento locativo Meta: 71% de las documentaciones con *ir(se)*, 100% con *venir(se)*, 81% con *tornar(se)*, lo cual ya apunta a que no se trata de un clausurador de argumento *per se*; y 2) se ve un ligero declive en la presencia del locativo en casos sin el clítico: *ir* decae a 67% y *venir*, a 58%. El verbo *tornar*, por su parte, en su lectura meramente intransitiva, mostró una tendencia contraria, pues cuando no hay clítico existe una mayor presencia del complemento locativo. Esto último tal vez se deba a que es el locativo el que permite distinguir entre ciertas lecturas transitivas e intransitivas, al menos en casos donde no media el clítico (p.ej. *el mur tornó su cabeza* vs. *el mur tornó a su forado*). Los totales al final de la Tabla 2 son claros: hay mayor copresencia del clítico y el locativo, 77%; mientras que sin el clítico hay un descenso de presencia locativa: 64%.

Tabla 2. Distribución de la presencia y ausencia de *se* según aparezca o no el complemento locativo

Verbo	+SE		-SE	
	+CLOC	-CLOC	+CLOC	-CLOC
<i>Ir</i>	71% (76/107)	29% (31/107)	67% (110/165)	33% (55/165)
<i>Venir</i>	100% (16/16)	----	58% (124/212)	42% (88/212)
<i>Tornar</i>	81% (42/52)	19% (10/52)	95% (20/21)	5% (1/21)
Total	77% (134/175)	23% (41/175)	64% (254/398)	36% (144/398)

⁷ Estos números coinciden con los resultados ofrecidos por Ibánéz Cerda (2005: 192) para el español contemporáneo, pues reporta que el promedio porcentual de presencia del complemento locativo en el grupo general de verbos de movimiento alcanza hasta 65%.

La ausencia del locativo Meta parece no implicar el desconocimiento del referente, debido a que este es inferido fácilmente o recuperable del contexto discursivo, véase los ejemplos de (13).

- (13) a. E dixol Ihesus: Cata que lo non digas a ninguno; mas **ue** e muestra te al sacerdot, e offrez la offrenda que mando Moysen, en testimonio a ellos [Mateo, 33, 8:4]
 b. Et dixo él: -Non devieras tú dezir çerca del pozo, pues yo avía de ir al caño. Dixo ella: -¡**Ve**, et dexa la locura de ir et de venir! Dixo él: -¿Cómmo **iré**, aviéndome tú conturbado? [Cañilla, 112]
 c. E quando fue noche, **uino** un omne rico que auie nombre Joseph e era diciplo de Ihesu Christo; aquel fue a Pilatus e pidio el cuerpo de Ihesu Christo [Mateo, 72, 27:57]
 d. Yo uos digo uerdat, que no acabaredes las ciudades de Israel fasta que **uenga** el Fi del ombre [Mateo, 37, 10:123]

En el caso de (13a) la Meta implícita es el Templo en Jerusalén y se infiere a través del conocimiento compartido entre los interlocutores sobre el lugar donde se debe acudir para llevar las ofrendas a Dios, según las leyes de Moisés; en (13b) los personajes discuten sobre la Meta que debe ser alcanzada, en este caso el caño. En (13c) la Meta es el escenario donde vino Joseph, el cual se clarifica en la oración posterior: «fue a Pilatos», en otras palabras, la Meta es el lugar de dominio de este gobernador. Por último, en (13d) la meta de venir se ubica en la oración anterior inmediata: las ciudades de Israel.

Volviendo a los datos, ahora se observa la correlación entre clítico y elección de preposiciones alternantes. En la Tabla 3 los datos muestran que la preposición *a* es la forma más empleada en las documentaciones para indicar la Meta, en oposición con el uso de *para*.

Los datos son contundentes: el uso del pronominal parece ser un condicionante para la selección de la preposición *para*, la cual alcanza 85% de los casos documentados; mientras que la frecuencia relativa de uso de la preposición *a* es de 21% cuando el verbo aparece con el clítico. Esta última, no obstante, no se encuentra del todo restringida en uso, pues ocurre en ambos contextos, con clítico y sin él, como en los ejemplos (14a) y (14b), respectivamente.

Tabla 3. Distribución promedio de preposiciones según la presencia o ausencia del clítico pronominal

Preposición	A	PARA
SE+	21% (45/214)	85% (55/65)
SE-	79% (169/214)	15% (10/65)
TOTAL	100% (214/214)	100% (65/65)

- (14) a. E quando Ihesu Christo ouo acabadas estas palauras, fuesse de Galilea, e se uino a tierra de Iuda allend Iordan, e siguieron les grandes compannas, e sano los alli [Mateo, 53, 19:1]
 b. la carnesçaria que sea suya, & el montaçe-nagdo; & el abbadesa & el conuento que ayen la vintena de la caça que ueniere al pueblo a uender [DLE, 388.286.34]

Por el contrario, la preposición *para* muestra mayor obstáculo en su elección y, por ende, su frecuencia es menor. Parece, entonces, existir una relación entre la presencia del clítico y la posibilidad de seleccionar entre la preposición *a* y la preposición *para*. La Tabla 3 manifiesta perfectamente las tendencias de uso de cada una de las preposiciones y podemos ver que los concentrados porcentuales se distribuyen de la siguiente forma: la preposición *a* ocurre de manera constante en 79% de las construcciones carentes del clítico; mientras que la preposición *para* aparece en 85% con el clítico. La Tabla 3 muestra claramente que hay una mayor posibilidad de uso de la preposición *para* en presencia del clítico que cuando no la hay. Esto es posible validarlo a través de la aplicación de la fórmula estadística de la X^2 . Para ello, se plantearon dos hipótesis, una hipótesis nula (H_0) y una hipótesis alternativa (H_A) que se describen a continuación:

H_0 = No existe una relación entre el clítico y la elección de la preposición.

H_A = Existe una relación entre el clítico y la elección de la preposición.

El rango de error es de 0.05 y el grado de libertad de 1. La Tabla 4 muestra los resultados de X^2 aplicada a los datos analizados.

$$X^2 = \sum \frac{(f_o - f_e)^2}{f_e} \quad \begin{array}{l} X^2_{\text{tabular}} 3.8415 \\ X^2_{\text{calculada}} 87.6848 \end{array}$$

Tabla 4. Distribución X^2 de la relación clítico y preposiciones

Preposición	Frecuencia observada		Frecuencia teórica esperada		Total	
	FO _A	FO _{PARA}	FE _A	FE _{PARA}		
SE+	45	55	76.7025	23.2975	100	
SE-	169	10	137.2975	41.7025	179	Total X^2
Total	214	65			279	87.6848

FO= frecuencia observada, FE= frecuencia teórica esperada, GL= 1, α 0.05.

La aplicación de la fórmula estadística de la X^2 a los datos de esta investigación permite rechazar la H_0 = No hay una relación entre clítico y la elección de preposición y aceptar la H_A = Existe una relación entre el clítico y la elección de la preposición con una significación del 0.05 de margen de error, ya que al comparar la X^2 tabular (3.8415) con la X^2 calculada (87.6848), esta última es mayor que la primera; lo que permite descartar la hipótesis nula. Ahora obsérvense los datos arrojados por cada uno de los verbos analizados en las Tablas 5 a 7. Cada tabla muestra la distribución de las preposiciones, según la presencia o ausencia del clítico pronominal, en cada uno de los verbos seleccionados para este trabajo.

Tabla 5. Distribución de preposiciones con o sin el clítico en el verbo *ir*

	IR	
	A	PARA
SE+	27% (25/94)	88% (36/88)
SE-	73% (69/94)	12% (5/12)
TOTAL	70% (94/135)	30% (41/135)

Tabla 6. Distribución de preposiciones con o sin el clítico en el verbo *venir*

	VENIR	
	A	PARA
SE+	5% (4/78)	90% (9/10)
SE-	95% (74/78)	10% (1/10)
TOTAL	89% (78/88)	11% (10/88)

Tabla 7. Distribución de preposiciones con o sin el clítico en el verbo *tornar*

	TORNAR	
	A	PARA
SE+	38% (16/42)	71% (10/14)
SE-	61% (26/42)	29% (4/14)
TOTAL	75% (42/56)	25% (14/56)

Las Tablas 5, 6 y 7 vuelven a manifestar claramente, por un lado, que la preposición *a* ocurre generalmente cuando está ausente del clítico: 73% con el verbo *ir*, 95% con el verbo *venir* y *tornar* con un 61%, como en los ejemplos de (15a-c).

- (15) a. Et **yo iré a la cueva**, et entraré en ella, et si fallare la serpente muerta, tomaré su çerebro et aduzírtelo he [Calila, 340]
 b. Ell anno en que Moysen salio de Egipto desta uez e **uino a Madian**, auie el quarenta e dos annos que nasciera [GEI, 321.2a]
 c. [un espíritu inmundu] Estonce dize: **Tornare a mi casa dond Sali** [Mateo, 42, 12:44]

Por otra parte, la preposición *para* aparece en mayor porcentaje en todos los verbos cuando las construcciones presentan el clítico *se*: 88% con el verbo *irse*, 90% con el verbo *venirse* y 71% con el verbo *tornarse*, tal como se ejemplifica en (16a-c).

- (16) a. e maguer que les dixiera quando **se yua poral mont** que XLa días e XLa noches durarie alla, non pararon ellos mientes en la cuenta de tantos días nin de tantas noches, [GEI, 468.46a]
 b. Dizen que una culebra envegeçió et enflaqueçió, et non podía caçar; et **vínose para una fuente do avía muchas ranas de que ella solía caçar** [Calila, 248]

c. E después que esto ovo fecho, dixo que **se quería tornar para su tierra** e posó en casa de un omne bueno [Sendebarr, 132]

De igual manera, se aplicó la fórmula de X^2 a los datos de cada verbo por separado, siguiendo igualmente un margen de error del 0.05, con un grado de libertad de 1, para las dos hipótesis antes

formuladas:

H_0 = No existe una relación entre el clítico y la elección de la preposición y

H_A = Existe una relación entre el clítico y la elección de la preposición.

Los resultados fueron los siguientes:

Tabla 8. Distribución X^2 del clítico y la preposición en el verbo *ir*

IR	Frecuencia observada		Frecuencia teórica esperada		Total	
	FO_A	FO_{PARA}	FE_A	FE_{PARA}		
SE+	25	36	42.4741	18.5259	61	
SE-	69	5	51.5259	22.4741	74	Total X^2
Total	94	41			135	43.1834

GL 1, α 0.05, X^2 tabular 3.8415, X^2 calculada 43.1834.

Tabla 9. Distribución X^2 del clítico y la preposición en el verbo *venir*

VENIR	Frecuencia observada		Frecuencia teórica esperada		Total	
	FO_A	FO_{PARA}	FE_A	FE_{PARA}		
SE+	4	9	11.5227	1.4773	13	
SE-	74	1	66.4773	8.5227	75	Total X^2
Total	78	10			88	50.7096

GL 1, α 0.05, X^2 tabular 3.8415, X^2 calculada 50.7096.

Tabla 10. Distribución X^2 del clítico y la preposición en el verbo *tornar*

TORNAR	Frecuencia observada		Frecuencia teórica esperada		Total	
	FO_A	FO_{PARA}	FE_A	FE_{PARA}		
SE+	16	10	19.5000	6.5000	26	
SE-	26	4	22.5000	7.5000	30	Total X^2
Total	42	14			56	4.6906

GL 1, α 0.05, X^2 tabular 3.8415, X^2 calculada 4.6906.

Como se puede observar en cada una de las tablas, las X^2 calculadas son mayores a la X^2 tabular, lo cual permite, una vez más, rechazar la H_0 y aceptar la H_A , con un margen de error de 0.05.

DISCUSIÓN

Como se aprecia en las Tablas 3, 5, 6, 7 y la distribución de X^2 en las Tablas 4, 8, 9 y 10, el elemento motivador para la alternancia entre *a* y *para* es claramente la presencia del clítico, pero ¿qué relación se establece entre el clítico y la preposición *para*?

Según se observa, la presencia del clítico abre la opción de uso de la preposición *para*; se dice opción, porque el uso de la preposición *a* se mantiene en ambos contextos formales (hay que recordar los resultados en cada tabla: 27% con *ir*; 5% con *venir* y 38% con *tornar*). No obstante, el uso de la preposición *para* parece sugerir que el clítico ha debilitado o degradado el carácter argumental o valencial del complemento locativo Meta, pues es posible lograr lecturas comprensibles de las mismas oraciones, aun cuando estas carezcan de complemento locativo. Contrástese las oraciones de (17) con las construcciones de (18). Obsérvese que la supresión de la Meta introducida con la preposición *para* no conlleva a la agramaticalidad de las oraciones.

- (17) Et pues que **se fue** la madre del león **para su casa**, et pasó la media noche, dixeron a Calila cómo Digna era preso [Calila, 188]
E desde esto ovieron hecho, **tornáronse para la hueste**; e entraron de noche bien aquella ora que della partieran [Conquista, 635]
- (18) Et pues que **se fue** la madre del león [...], et pasó la media noche, dixeron a Calila cómo Digna era preso
E desde esto ovieron hecho, **tornáronse [...]**; e entraron de noche bien aquella ora que della partieran

El reflejo de la degradación del carácter argumental se formaliza con la elección de una preposición *para*, cuyas características impactan en un doble frente. Por un lado, el rasgo “ininitivo” de la preposición remite al inicio del movimiento, lo que implica mayor indeterminación de la Meta; por consecuencia, menor grado de argumentabilidad y mayor facilidad de supresión como se observa en (18), por ello se justifica la función del clítico como “habilitador de categoría vacía”. Por otro lado, cuando coaparecen el clítico y la preposición *para*, el “sentido de límite que se alcanza” de la última comulga bien con el sentido de completud o término que añade el clítico al verbo que propone Bogard Sierra (2006).

Evidentemente, el clítico podría funcionar como clausurador de argumento en ciertos verbos, como *meter* o *internarse*, que requieren este pronombre para su lectura intransitiva (*Juan metió el perro a la casa/Juan se metió a la casa*), donde el argumento clausurado es un objeto directo, argumento interno del verbo. No obstante, el juego de preposiciones en los verbos analizados aquí sugiere

que el clítico funciona, en primer lugar, como un “habilitador de categoría vacía” debido a que degrada el estatus argumental de la Meta, pero sin llegar a ser un “clausurador argumental”, dada la persistencia de la Meta; en segundo lugar, como una “marca aspectual”, como lo describe Bogard Sierra (2000, 2006: 768-769); esto es, el clítico también perfila una lectura de completud o término de la acción. Lo anterior explicaría, en esta etapa temprana del español, la constante ocurrencia del locativo Meta en presencia del clítico.

CONCLUSIONES

Se ha observado que la función del clítico y la formalización del locativo Meta tienen que ver con la compatibilidad de rasgos que cada elemento aporta a la oración. Recordemos que la preposición *a* tiene un sentido «finitivo»; es decir, pone en foco la fase final del movimiento, esto supone una mayor determinación de la Meta y su prefiguración como un elemento argumental; mientras que *para* desde su origen pone en foco la fase inicial del movimiento: la idea de aproximación se vuelve más indeterminada; por tanto, la Meta se interpreta como menos argumental. De ahí que la función del clítico como «habilitador de categoría vacía» se formalice en la selección de la preposición *para*. Por otra parte, el sentido de propósito definido o intencional de alcanzar el límite de *para* es afín a la idea de perfectividad que añade el clítico a la acción. De este modo, la elección de las preposiciones *a/para* constituye un paso gradual del clítico con función de «habilitador de cate-



Figura 1. Mapa de España modificado con base en el publicado en el portal electrónico TomTom International BV (2016).

goría vacía», concomitante con la función de «marca aspectual», que va hacia la función de cambio de perspectiva de la Fuente sobre la Meta en este tipo de verbos de movimiento. El trabajo aquí presentado brinda información importante que apoya la hipótesis

del clítico se como «habilitador de categoría vacía» y «marcador aspectual» (según propone Bogard Sierra, 2006) y contribuye a la mejor comprensión del uso de preposiciones y las pautas de comportamiento que las rigen en el periodo de estudio.

LITERATURA CITADA

- BOGARD SIERRA, S. El clítico reflexivo como marcador aspectual en español. *Tópicos del Seminario*, 3: Aspectualidad y modalidades, 41-48, 2000.
 - BOGARD SIERRA, S. El clítico se. Valores y evolución. En C. Company Company (Ed.), *Sintaxis histórica de la lengua española*. Primer parte: La frase verbal. Volumen 2 (pp. 755-870). México: Fondo de Cultura Económica-Universidad Nacional Autónoma de México, 2006.
 - CREGO GARCÍA, M. V. *El complemento locativo en español, los verbos de movimiento y su combinatoria sintáctico-semántica*. Colección LALIA, series MAIOR, no. 12. Santiago de Compostela, España: Servicio de Publicacións e Intercambio Científico, 2000.
 - DOWTY, D. R. *Word meaning and montague grammar*. Dordrecht: Reidel, 1979.
 - ESLAVA HEREDIA, C. *Verbos de movimiento en el español alfonsí. Análisis sintáctico-semántico*. Aguascalientes, México: Universidad Autónoma de Aguascalientes, 2013.
 - FILLMORE, C. J. Frames Semantics. En THE LINGUISTIC SOCIETY OF KOREA (Ed.), *Linguistics in the morning calm. Selected papers from SICOL-1981* (pp. 113-137). Seoul, Korea: Hanshing Publishing Company, 1982.
 - GARCÍA MIGUEL, J. M. Los complementos locativos. En C. Company Company (Ed.), *Sintaxis histórica de la lengua española*. Primer parte: La frase verbal. Volumen 2 (pp. 1253-1333). México: Fondo de Cultura Económica-Universidad Nacional Autónoma de México, 2006.
 - HORNO CHÉLIZ, M. C. Conceptualización y categorización lingüística de las relaciones espaciales en verbos locativos. En J. L. CIFUENTES HONRUBIA (Ed.), *Estudios de lingüística cognitiva II* (pp. 629-637). España: Universidad de Alicante, 1998.
 - IBÁÑEZ CERDA, S. El clítico SE en los verbos de movimiento intransitivos del español. Un análisis en términos de estructura temática. *Nueva Revista de Filología Hispánica*, L(1): 169-180, 2002.
 - IBÁÑEZ CERDA, S. *Los verbos de movimiento intransitivos del español. Una aproximación léxico-sintáctica*. México: INAH-UNAM, 2005.
 - MENDIKOETXEA, A. Construcciones inacusativas y pasivas. En I. BOSQUES y V. DEMONTE (Dir.), *Gramática descriptiva de la Lengua Española 2. Las construcciones sintácticas fundamentales. Relaciones temporales, aspectuales y modales* (pp. 1575-1629). Madrid: Espasa Calpe, 1999a.
 - MENDIKOETXEA, A. Las construcciones con se: medias, pasivas e impersonales. En I. BOSQUES y V. DEMONTE (Dir.), *Gramática descriptiva de la Lengua Española 2. Las construcciones sintácticas fundamentales. Relaciones temporales, aspectuales y modales* (pp. 1631-1722). Madrid: Espasa Calpe, 1999b.
 - MORERA, M. *La preposición española contra: su evolución semántica*. *Verba*, 17, 287-313, 1990.
 - MORERA, M. Origen y evolución de la preposición española hacia. *Revista de Filología de la Universidad de La Laguna*, 16, 231-243, 1998.
 - TALMY, L. Semantics and syntax of motion. En J.P. KIMBALL (Ed.), *Syntax and Semantics*, 4 (pp. 181-238). Indiana University, Bloomington, Illinois, US: Academic Press, 1975.
 - TALMY, L. Lexicalization patterns: semantic structure in lexical forms. En T. SHOPEN (Ed.), *Language typology and syntactic description, 3: Grammatical categories and the lexicon* (pp. 57-149). Cambridge, England: Cambridge University Press, 1985.
 - TRUJILLO, R. Notas para un estudio de las preposiciones españolas. *THESAURUS, Boletín del Instituto Caro y Cuervo*, Tomo XXVI, Bogotá, 1971.
- ### CORPUS
- [Calila] = CACHO BLECUA J. M. / Ma. de J. LACARRA (Eds.), *Calila e Dimna*. Madrid: Castalia, 1998.
 - [Conquista] COOPER, L. (Ed.), *La gran conquista de Ultramar*. Bogotá: Publicaciones del Instituto Caro y Cuervo, LI, Tomo I, 1979.
 - [DLE] = MENÉNDEZ PIDAL, R. (Ed.), *Documentos lingüísticos de España I. Reino de Castilla*. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 1966.
 - [GEI] = SOLALINDE, A. G. (Ed.), Alfonso X El Sabio. *General Estoria. Primera parte*. Madrid: Centro de Estudios Históricos, MCMXXX, 1930.
 - [Mateo] = MONTGOMERY, M. (Ed.), *El Evangelio según San Mateo. Anejos del Boletín de la Real Academia Española*. Madrid: REA. Anejo VII, 1962.
 - [Sendeban] LACARRA, M. J. (Ed.), *Sendeban*. Madrid: Cátedra, 1989.
- ### De páginas electrónicas
- TOM TOM INTERNATIONAL BV. Mapa de la península ibérica (España y Portugal) [Mapa]. Autor, 2016. Recuperado de https://www.tomtom.com/es_es/drive/maps-services/shop/travel-map/iberia/###

Efecto de los factores de protección y de riesgo sobre el comportamiento suicida en estudiantes de Psicología

Effect of protective and risk factors of suicidal behavior in students of Psychology

Diana Lucia Domínguez Mercado^{1*}, Alicia Edith Hermsillo de la Torre¹, Ma. de los Ángeles Vacio Muro¹

Domínguez Mercado, D. L., Hermsillo de la Torre, A. E., Vacio Muro, M. A. Efecto de los factores de protección y de riesgo sobre el comportamiento suicida en estudiantes de Psicología. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*. Número 69: 73-80, septiembre-diciembre 2016.

RESUMEN

El comportamiento suicida es afectado por factores de protección y riesgo que interactúan entre sí en circunstancias sociales específicas. Conocer estos factores facilita diseñar tratamientos preventivos costo-efectivos, especialmente en jóvenes estudiantes de las áreas de la salud mental. En el presente estudio se analizó el valor predictivo de dichos factores y su alcance explicativo del comportamiento suicida en estudiantes de Psicología en Aguascalientes. Participaron 199 estudiantes entre 17 y 29 años elegidos por muestreo convenido. Se evaluaron a través de la batería MDPS-AGS. Se empleó la correlación de Pearson para observar la asociación de los factores, análisis factorial para la conformación de componentes y la regresión lineal múltiple para identificar un modelo causal exploratorio. Los resultados se discuten en función de tres puntos: la exclusión de la sintomatología depresiva, la participación diferenciada de autocontrol en los modelos y la dispersión que mostraron los factores de riesgo en análisis factorial.

Palabras clave: comportamiento suicida, factores de protección, factores de riesgo, universitarios, Psicología.

Keywords: behavior suicidal, protective factors, risk factors, college students, Psychology.

Recibido: 22 de enero de 2016, aceptado: 30 de junio de 2016

¹ Departamento de Psicología, Centro de Ciencias Sociales y Humanidades, Universidad Autónoma de Aguascalientes.

* Autor para correspondencia: diana_lucia9309@hotmail.com

ABSTRACT

The suicidal behavior is affected by protective and risk factors which interact in specific social circumstances. The knowledge of these factors contribute in the design of cost-effective preventive treatments, especially in university students of mental health areas. The present study predicts the value of these factors and their explanatory scope of suicidal behavior in psychology students in Aguascalientes in an exploratory manner. 199 students, between 17 and 29 years old were selected by sampling agreement. They were evaluated through the MDPS-AGS battery. The association of variables was analyzed through Pearson correlation. Factor analysis was used for the creation of components, and the multiple linear regression identified an exploratory causal model. The results are discussed in terms of three points: the exclusion of depressive symptoms, self-control differentiated participation and dispersion models that showed the risk factors in factor analysis.

INTRODUCCIÓN

El suicidio es un fenómeno social complejo, reconocido también como un problema de salud pública y mental, cuya prevalencia y morbilidad en población general ha incrementado, especialmente en la población adolescente y joven (OMS, 2012; OPS, 2012). El suicidio es causa de aproximadamente la mitad de las muertes violentas en el mundo (Rodríguez Gallardo, 2013) y en algunos países, en el que se incluye México, es una de las tres primeras causas de muerte en personas de 15 a 44 años de edad y la segunda causa de muerte en personas de 10 a 24 años (Rodríguez Gallardo, 2013; SSA-ISSEA, 2013). Lo anterior sugiere la importancia de focalizar los estudios a este grupo poblacional.

Desde una aproximación de salud, el suicidio es definido como la diversidad de comportamientos que incluyen pensar en el suicidio (ideación), planificar el suicidio (planificación), intentar el suicidio (intento que no causa la muerte) y cometer suicidio propiamente dicho (OMS, 2014). Este comportamiento es de vital importancia para la salud pública y dada su complejidad, este fenómeno ha sido abordado por diversas disciplinas, lo que ha dificultado establecer una definición conceptual y un modelo explicativo. De manera que para la disciplina psicológica también resulta complicado delimitar conceptualmente el comportamiento suicida. No obstante, existe un consenso respecto a considerar que la ideación, planeación y tentativa son parte del comportamiento suicida; especificando que esta última corresponde a toda acción planeada o impulsiva tendente a autolesionarse, con o sin la conciencia de que dicho acto pueda generar la muerte (Quintanilla Montoya et al., 2003).

En el comportamiento suicida operan una diversidad de factores de protección y de riesgo, en los que se involucran una serie de aspectos intrínsecos, sociales y comunitarios de la persona. Algunos de los factores de riesgo más importantes de acuerdo con la OMS (2014) son: el intento de suicidio, los trastornos mentales, el consumo nocivo de alcohol, la pérdida de trabajo o financiera, la desesperanza, el dolor crónico, y los antecedentes familiares de suicidio. Dichos factores han sido encontrados en México (Hermosillo de la Torre, 2012; Cruz Torres et al., 2013; Unikel et al., 2013; Sánchez García et al., 2014; Hermosillo de la Torre et al., 2015). También han sido incluidos los determinantes socio demográficos (Borges et al., 2009), los recursos psicológicos (Hermosillo de la Torre, 2012; Rivera Heredia et al., 2009; Rivera Heredia et al., 2013), la autoestima y la condición de ser estudiante universitario (González Forteza et al., 1998).

Con base en lo anterior, el estudio de los factores de protección y riesgo en la población universitaria del área de la salud cobra importancia, especialmente en aquellos interesados en estudiar Psicología, debido a que son jóvenes que, además de estar sometidos a una gran cantidad de estresores propios del ambiente académico universitario, están en contacto permanente con la atención de problemas de salud mental de otros, lo que implica el cuidado de su propia salud mental. Los programas de psicología en las distintas universidades de México y otros países en Latinoamérica se encuentran adscri-

tos en las áreas académicas de Ciencias Sociales o de Ciencias de la Salud, siendo estas en las que se ha encontrado a los estudiantes con mayor riesgo. Ejemplo de ello son los estudios realizados en Colombia (Amézquita, 2003; Arrivillaga Quintero et al., 2004; Pinzón Amado et al., 2013); Perú (Rodas Descalzi et al., 2009); México (Balcázar et al., 2007; Joffre Velázquez et al., 2007) y Aguascalientes (Hermosillo de la Torre, 2012). Aunado a lo anterior, la importancia del estudio de dicha población radica en que han ocurrido suicidios en estudiantes del área de Psicología en la zona centro del país. De la evidencia anterior surgen las siguientes preguntas: ¿Cuáles son los factores que protegen y ponen en riesgo de suicidio a los estudiantes de Psicología de Aguascalientes?, ¿cuál es el valor predictivo de dichos factores en el comportamiento suicida de estos estudiantes?

El objetivo del presente estudio fue identificar el valor predictivo de los factores de protección y riesgo sobre la ideación y autolesión en estudiantes de Psicología en el estado de Aguascalientes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Estudio transversal exploratorio con muestreo no probabilístico, en el que participaron de manera voluntaria y con previo consentimiento informado 199 estudiantes de Licenciatura en Psicología con edad entre 17 y 29 años ($M = 20.32$, $DE = 2.194$). Los participantes cursaban los tres primeros y últimos semestres de la licenciatura; 48 correspondían a primer semestre, 39 a segundo, tercer semestre tuvo 38 participantes, séptimo tuvo 31, octavo 12, y noveno semestre 31. El 73.1% (141 participantes) fueron mujeres y el 26.9% restante (52 participantes) fueron hombres.

Se aplicó la batería MDPS-AGS adaptada en formato auto aplicable, realizada ex profeso para el estudio denominado "Modelo Diagnóstico para la Prevención del Suicidio en Adolescentes y Jóvenes del Estado de Aguascalientes PIPS14-3N" (Hermosillo de la Torre et al., 2014). La batería tiene el objetivo de analizar los correlatos psicosociales de la tentativa suicida en función de los factores de riesgo y protección asociados en adolescentes y jóvenes; presentando propiedades psicométricas favorables. En la Tabla 1 se muestran las escalas que integraron dicha batería, además del objetivo de cada una y datos de confiabilidad. Cabe resaltar que todas las escalas han sido adaptadas y validadas a población mexicana.

Tabla 1. Instrumentos de la batería MDPS-AGS

Instrumento	Objetivo	Confiabilidad	Autores
Cédula de indicadores parasuicidas (CIP)	Indaga sobre las Lesiones Autoinfligidas Deliberadamente –LAD- y los Intentos Suicidas –IS- a lo largo de la vida, el número de veces, la edad, el método utilizado, los motivos, los propósitos y la letalidad.	Validación por medio de jueceo	González Forteza et al. (2005)
Escala de relaciones intrafamiliares (ERI)	Proporciona información sobre cómo es la interacción familiar respecto a la expresión de emociones, a la unión y apoyo y a la percepción de conflictos.	α 0.897	Rivera Heredia y Andrade Palos (2010)
CES-D-R	Identifica la frecuencia de sintomatología depresiva durante los últimos 14 días	α 0.84	González Forteza et al. (2008)
Inventario de ansiedad de Beck (BAI)	Contempla la gama de síntomas relacionados con la ansiedad en sus dos componentes	α 0.893	Tafoya Ramos et al. (2006)
Escala de desesperanza de Beck adaptación Aguascalientes (BSH-UAA)	Mide el grado de desesperanza que subyace a la depresión y a otros trastornos psiquiátricos, resaltando su utilidad como variable pronóstico de riesgo de suicidio	α 0.703	Hermosillo de la Torre et al. (2015)
Escala de Reajuste Social (SRRS)	Mide la magnitud de estrés que ha experimentado una persona durante un tiempo.	α 0.653	Bruner et al. (1994)
Escalas de recursos psicológicos	Evalúa la cantidad y tipo de recursos afectivos, cognitivos y sociales/circundantes, con los que cuenta un individuo.	α 0.865	Rivera Heredia et al. (2006)
Autoestima	Indaga pensamientos y sentimientos que tiene el sujeto sobre sí mismo para denotar valía y satisfacción.	α 0.816	González Forteza et al. (2001)

Una vez adaptada la batería se procedió a la capacitación de los aplicadores y a la obtención de los consentimientos informados por parte de la institución y de los participantes. La aplicación se realizó en forma colectiva durante los meses de agosto y septiembre de 2014 en las aulas de los participantes y durante sus horas de clase. La aplicación tuvo una duración promedio de 40 minutos. Los datos obtenidos fueron capturados y organizados en el paquete estadístico para las Ciencias Sociales versión 20, conocido por sus siglas en inglés como SPSS, para su posterior análisis. A partir de la base de datos diseñada se calcularon los índices de las variables de estudio y se comprobaron los supuestos de normalidad y homocedasticidad. Se observó la asociación entre las variables estudiadas con el método de correlación y posteriormente se realizó un análisis de factores empleando el método de extracción de componentes principales con rotación varimax. Finalmente, se analizaron modelos exploratorios a través de pruebas de regresión lineal simple y múltiple automatizada, atendiendo al procedimiento descrito por Hermosillo de la Torre (2012).

RESULTADOS

Autolesión e ideación tuvieron una correlación significativa a nivel 0.05 con relaciones intrafamiliares -.161, ansiedad .259, desesperanza .231, eventos estresantes .209, recursos afectivos -.232, manejo de la tristeza -.227, incapacidad para solicitar apoyo -.142 y autoestima -.288. Llama la atención que desesperanza y autoestima presentaron una correlación significativa a nivel 0.01 con la mayoría de las variables, con oscilación entre -.206 y .578, este último dato corresponde a la correlación entre ambas variables.

Las variables se agruparon en seis factores (ver Tabla 2), con una varianza total explicada de 69.16%. El factor 1 agrupó la mayoría de las variables con pesos factoriales que oscilan entre 0.5 y 0.7, excepto la desesperanza, con un peso negativo (-0.628).

Los análisis de regresión lineal simple para predecir la autolesión mostraron que las variables que tuvieron un efecto sobre la misma fueron:

Tabla 2. Análisis factorial

	Componentes					
	1	2	3	4	5	6
Ideación						
Autolesión						
Relaciones Intrafamiliares	.708					
Unión y apoyo	.648					
Expresión	.651					
Dificultades	.545					
Síntomas de depresión						.654
Síntomas de ansiedad		.487				
Desesperanza	-.628					
Experimentación de estrés						
Recursos Afectivos	.766					
Manejo de la tristeza	.457					
Manejo del enojo	.531					
Autocontrol	.668					
Recuperación del equilibrio	.507					
Recursos Cognitivos	.583					
Creencias religiosas				-.753		
Optimismo	.638					
Recursos Sociales	.652					
Red de apoyo		.538				
Incapacidad para solicitar ayuda	.584					
Altruismo						
Autoestima	.681					

Nota: Solo se han incluido los pesos factoriales => .50.

síntomas de ansiedad ($\beta = 0.006$, $p = 0.001$, $R^2 = 0.06$), desesperanza ($\beta = 0.018$, $p = 0.004$, $R^2 = 0.03$), sucesos estresantes ($\beta = 0.001$, $p = 0.000$, $R^2 = 0.13$) y autoestima ($\beta = -0.009$, $p = 0.004$, $R^2 = 0.04$) y, en sentido negativo, los recursos afectivos ($\beta = -0.105$, $p = 0.002$ y $R^2 = 0.04$), manejo de la tristeza ($\beta = -0.069$, $p = 0.001$, $R^2 = 0.04$) y autocontrol ($\beta = -0.085$, $p = 0.002$, $R^2 = 0.04$). Para ideación suicida, las variables que tuvieron un efecto con intercepto negativo y porcentajes de explicación del fenómeno que oscilan entre 2 y 6% fueron: relaciones intrafamiliares ($\beta = -0.454$, $p = 0.05$, $R^2 = 0.01$), unión y apoyo ($\beta = .42$, $p = 0.4$, $R^2 = 0.02$), expresión ($\beta = -0.387$, $p = 0.047$, $R^2 = 0.021$), recursos afectivos ($\beta = -1.352$, $p = 0.000$, $R^2 = 0.06$), manejo de la tristeza ($\beta = -0.803$, $p = 0.000$, $R^2 = 0.06$), manejo del enojo ($\beta = -0.684$, $p = 0.016$, $R^2 = 0.030$), recuperación del equilibrio ($\beta = -0.504$, $p = 0.023$, $R^2 = 0.027$) e

incapacidad para solicitar apoyo ($\beta = -0.590$, $p = 0.014$, $R^2 = 0.031$).

De la misma manera, pero en sentido inverso, se constató que la ideación es afectada por síntomas de ansiedad ($\beta = 0.088$, $p = 0.000$, $R^2 = 0.090$), la desesperanza ($\beta = 0.386$, $p = 0.000$, $R^2 = 0.156$), la impulsividad ($\beta = 0.121$, $p = 0.039$, $R^2 = 0.017$) y eventos estresantes ($\beta = 0.003$, $p = 0.014$, $R^2 = 0.031$). La variable autoestima también mostró un efecto en sentido negativo con 13% de explicación del fenómeno ($\beta = -0.173$, $p = 0.000$, $R^2 = 0.139$). Las variables que no tuvieron efecto directo sobre la ideación suicida fueron: percepción de dificultades, síntomas de depresión, recursos cognitivos, recursos sociales, optimismo, creencias religiosas, red de apoyo y altruismo.

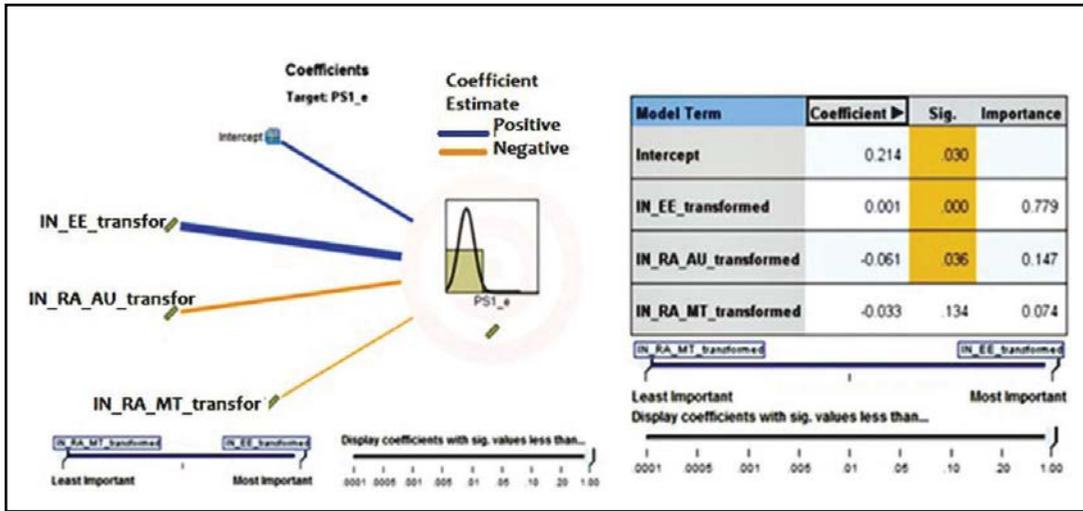


Figura 1. Modelo de regresión múltiple autolesión que representa las tres variables (sucesos estresantes, autocontrol y manejo de la tristeza) que la potencializan.

Por su parte, el análisis de regresión múltiple automatizado con el método de pasos sucesivos permitió estimar el modelo que predice la autolesión en la población de estudio (ver Figura 1). El modelo mostró que la experiencia de eventos estresantes bajo la condición de no tener autocontrol y no saber manejar adecuadamente la tristeza predice mayormente la autolesión en los estudiantes de Psicología. El modelo para la ideación suicida incluyó un mayor número de variables con respecto al obtenido para la autolesión. Las variables que puntuaron con mayor grado de importancia fueron la desesperanza, el autocontrol y los recursos afectivos; de las cuales solo esta última se mostró con una pendiente negativa. Por ello, la ideación suicida en esta población se ve principalmente afectada por alto grado de desesperanza, síntomas de ansiedad y un grado de autocontrol (ver Figura 2).

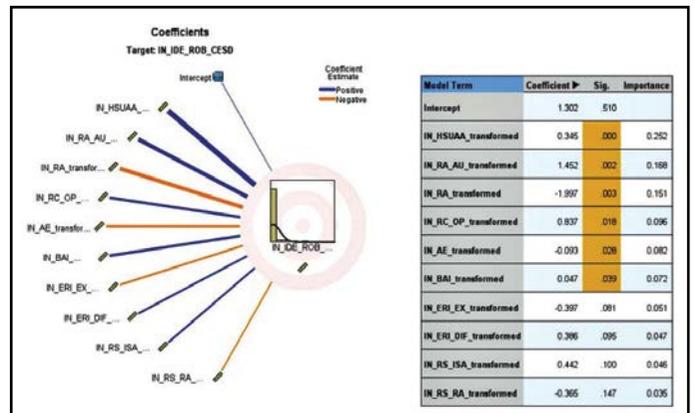


Figura 2. Modelo de regresión múltiple que representa las 10 variables que probabilizan la presencia de la ideación suicida, siendo las más representativas desesperanza, autocontrol y recursos afectivos.

DISCUSIÓN

El estudio mostró el efecto de los factores de protección y de riesgo sobre la conducta de autolesión y la ideación suicida en esta población. Los resultados mostraron que desesperanza, autocontrol y autoestima tienen un efecto sobre la ideación suicida y que la presencia de sucesos estresantes y el pobre autocontrol pueden predecirla. Estos hallazgos son consistentes con los reportados por González Forteza et al. (1998), González Forteza et al. (2003) y Salvo y Melipillán (2008).

Cabe hacer mención de tres aspectos que llamaron la atención. El primero de ellos relacionado con la no significancia mostrada por los síntomas de

depresión en los dos modelos obtenidos; el segundo tiene que ver con la dispersión que mostraron los factores de riesgo en el análisis factorial y el tercero con la diferenciada participación del autocontrol en ambos modelos.

Aunque la sintomatología depresiva ha mostrado tener una relación de causalidad con el comportamiento suicida (Fernández y Merino, 2001; Sánchez et al., 2002; Mojica et al., 2009; Winterrowd et al., 2011; Hermosillo de la Torre et al., 2015), en el presente estudio dicha variable no fue significativa. Tal hallazgo pudo deberse a que los datos obtenidos se sesgaron debido a que el instrumento utilizado era conocido por los participantes, pues se incluye en los contenidos de algunas asignaturas de su carrera.

Otra explicación tiene que ver con diferencias en el procedimiento de análisis de las variables y en el diseño de los modelos. Por otro lado, los estudios citados han considerado los síntomas depresivos como variables dependientes, partiendo del supuesto de que la ideación y/o la autolesión tienen un efecto sobre la sintomatología depresiva en lugar de considerar si dicha sintomatología tiene un efecto sobre la ideación y la autolesión.

En lo relativo a la agrupación factorial obtenida, las condiciones psiquiátricas como los síntomas de depresión y de ansiedad se dispersaron en factores diferentes, esto sugiere que a pesar de que son clasificados como factores de riesgo poseen estructuras distintas y su naturaleza es multifactorial, lo que indica una clara desventaja para el análisis desde una sola clasificación.

Finalmente, llama la atención la inclusión de la sintomatología de ansiedad y la desesperanza asociada con el autocontrol en ambos modelos encontrados. Estudios realizados en la psicología experimental han encontrado resultados consistentes con este hallazgo. Las evidencias aportadas por Cruz Torres et al. (2013) muestran una relación intrínseca entre la desesperanza y la sintomatología ansiosa. Los datos sugieren que la sintomatología ansiosa puede ser resultante de un estado de desesperanza aprendida mediada por la percepción de incontrolabilidad sobre el estresor. Para constatarlo es importante que estudios posteriores consideren un análisis de la desesperanza como variable moderadora del comportamiento suicida sin la presencia de factores de protección.

CONCLUSIONES

A partir del presente estudio se concluye que a medida que el comportamiento suicida implica un riesgo mayor, como en el caso de la autolesión, son menos las variables que tienen un efecto significativo sobre el mismo. En esta población de estudiantes lo que predice la autolesión es la experimentación de sucesos vitales estresantes, aunada a la presencia de un déficit en sus recursos afectivos, en específico los relacionados con autocontrol y con el manejo de la tristeza. En lo que respecta al comportamiento suicida que implica menor riesgo de letalidad como la ideación suicida, el número de



Figura 3. Alumna de la Licenciatura en Psicología de la Universidad Autónoma de Aguascalientes en trabajo de campo clínico. Fotografía tomada por Alicia Edith Hermosillo de la Torre.

variables que explican de manera significativa este comportamiento es mayor. Desesperanza, síntomas de ansiedad, dificultades en las relaciones intrafamiliares y dificultades para solicitar ayuda; carencia de recursos afectivos, red de apoyo, una adecuada autoestima así como la posibilidad de expresión en las relaciones intrafamiliares, hacen probable la presencia de ideación suicida, aun cuando no se experimente algún suceso vital estresante. Lo anterior sugiere que las variables asociadas a la ideación suicida y no así a la autolesión podrían ser variables moderadoras del intento de suicidio.

Por otro lado, es necesario realizar un trabajo conceptual más minucioso sobre la categoría denominada "factores de protección y de riesgo", pues la evidencia empírica encontrada en este y otros estudios muestra que las variables incluidas no son mutuamente excluyentes.

Finalmente, es importante señalar que se trata de un estudio exploratorio con algunas limitaciones en la población incluida. Para futuras investigaciones, se recomienda realizar un análisis por sexo e incluir variables como impulsividad y consumo de sustancias, ya que otros estudios las identifican como significativas en el riesgo del comportamiento en cuestión. También es importante trabajar con muestras más robustas y modelos confirmatorios.

LITERATURA CITADA

- ARRIVILLAGA QUINTERO, M. et al. Caracterización de la depresión en jóvenes universitarios. *Universitas Psychologica*, 3(1): 17-26, 2004.
- BALCÁZAR, P. et al. Evaluación de la depresión en hombres y mujeres preuniversitarios. *Revista de Neurología, Neurocirugía y Psiquiatría*, 40(4): 97-101, 2007.
- BORGES, G. et al. Distribución y determinantes sociodemográficos de la conducta suicida en México. *Salud Mental*, 32(5): 413-425, 2009.
- BRUNER, C. A. et al. La escala de reajuste social (SRRS) de Holmes y Rahe en México. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 26(2): 253-269, 1994.
- CRUZ TORRES, C. E. et al. Resultados incontrolables en la vida e impotencia aprendida generalizada: facilitadores para aceptar un estatus inferior. *Suma Psicológica*, 20(2): 129-146, 2013.
- FERNÁNDEZ, N. y MERINO, H. Predictores de la ideación suicida: un estudio empírico en adolescentes. *Revista de Psicopatología y Psicología clínica*, 6(2): 121-127, 2001.
- GONZÁLEZ FORTEZA, C. et al. Abuso sexual e intento suicida: asociación con el malestar depresivo y la ideación suicida actuales en adolescentes. *Salud Mental*, 24(4): 16-25, 2001.
- GONZÁLEZ FORTEZA, C. et al. Aplicación de la Escala de Depresión del *Center of Epidemiological Studies* en adolescentes de la Ciudad de México. *Salud Pública*, 50(40): 292-299, 2008.
- GONZÁLEZ FORTEZA, C. et al. Correlatos psicosociales de depresión, ideación e intento suicida en adolescentes mexicanos. *Psicothema*, 15(4): 524-532, 2003.
- GONZÁLEZ FORTEZA, C. et al. Indicadores psicosociales predictores de ideación suicida en dos generaciones de estudiantes universitarios. *Salud mental*, 21(3): 1-9, 1998.
- GONZÁLEZ FORTEZA, C. et al. Prevalence of deliberate self-harm in teenage students in the state of Guanajuato, Mexico: 2003. *Social behavior and Personality: an international journal*, 33(8): 777-792, 2005.
- HERMOSILLO-DE LA TORRE, A. E. *El apoyo social y los recursos psicológicos como moderadores de la vulnerabilidad cognitiva a la depresión*. (Tesis doctoral inédita). León, Gto., México: Universidad de Guanajuato, 2012.
- HERMOSILLO DE LA TORRE, A. E. et al. *Informe sustantivo anual PIPS14-3*. Informe técnico de Investigación No. 1. Aguascalientes, México: Universidad Autónoma de Aguascalientes, Departamento de Psicología, Unidad de Atención e Investigación en Psicología, 2014.
- HERMOSILLO-DE LA TORRE, A. E. et al. Sintomatología depresiva, desesperanza y recursos psicológicos: una relación con la tentativa de suicidio en una muestra de adolescentes mexicanos. *Acta Universitaria*, 25(2): 52-56, 2015.
- JOFFRE VELÁZQUEZ, V. et al. Depresión en estudiantes de medicina. Resultados de la aplicación del inventario de depresión de Beck en su versión de 13 ítems. *ALCMEQ, Revista Argentina de Clínica Neuropsiquiátrica*, 14(1): 86-93, 2007.
- MOJICA, C. et al. Riesgo suicida, desesperanza y depresión en internos de un establecimiento carcelario colombiano. *Revista Colombiana de Psiquiatría*, 38(4): 681-692, 2009.
- PINZÓN AMADO, A. et al. Ideación suicida en estudiantes de medicina: prevalencia y factores asociados. *Revista Colombiana de Psiquiatría*, 43(1): 47-55, 2013.
- QUINTANILLA MONTOYA, R. et al. Desesperanza y tentativa suicida. *Investigación en Salud*, V(2): 0, 2003.
- RIVERA HEREDIA, M. E. et al. Evaluación de los recursos de los adolescentes: validación psicométrica de cinco escalas. *La Psicología social en México*, 6, 414-420, 2006.
- RIVERA HEREDIA, M. E. et al. Factores asociados con la sintomatología depresiva en adolescentes michoacanos. El papel de la migración familiar y los recursos individuales, familiares y sociales. *Salud Mental*, 36(2): 115-122, 2013.
- RIVERA HEREDIA, M. E. et al. Recursos psicológicos y salud: Consideraciones para la intervención con los migrantes y sus familias. *Aportaciones de la psicología a la salud*, 1, 1-22, 2009.
- RODAS DESCALZI, P. et al. Frecuencia de trastornos mentales en alumnos del tercer año de la Facultad de Medicina de una universidad privada de Lima-2006. *Revista Medica Herediana*, 20(2): 70-76, 2009.
- RODRÍGUEZ GALLARDO, G. L. *Suicidio: un enfoque para su análisis*. México: Ucica, 2013.
- SALVO G., L. y MELIPILLÁN A., R. Predictores de suicidalidad en adolescentes. *Revista Chilena de Neuro-Psiquiatría*, 46(2): 115-123, 2008.
- SÁNCHEZ, R. et al. Ideación suicida en adolescentes universitarios: prevalencia y factores asociados. *Biomédica*, 22(Su2): 407-416, 2002.

- SÁNCHEZ GARCÍA, S. et al. Depressive symptoms among adolescents and older adults in Mexico City. *Social Psychiatry and Psychiatric Epidemiology*, 49(6): 953-960, 2014.
- TAFOYA RAMOS, S. A. et al. Inventario de Ansiedad de Beck (BAI): validez y confiabilidad en estudiantes que solicitan atención psiquiátrica en la UNAM. *Psiquis-Hospital Psiquiátrico Fray Bernardino Álvarez*, 15(3): 82-87, 2006.
- UNIKEL, C. et al. Disordered eating and body weight and shape relatives' criticism in overweight and obese 15 to 19 year old females. *Journal of Health Psychology*, 18(1): 75-85, 2013.
- WINTERROWD, E. et al. Friendship factors and suicidality: common and unique patterns in mexican american and european american youth. *Suicide and Life-Threatening Behavior*, 41(1): 50-65, 2011.
- mortalidad en edad productiva (15-64 años), según residencia habitual, 2010-2015 [Tabla]. 2013. Recuperado de <http://www.aguascalientes.gob.mx/isea/mortpres1564.asp>
- OMS (ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD) *Prevención del suicidio (SUPRE) en línea*. Agosto de 2012. Recuperado de http://www.who.int/mental_health/prevention/suicide/suicideprevent/es/
- OMS (ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD) *Prevención del suicidio: un imperativo global*. Washington, EE. UU.: OPS en línea. 2014. Recuperado de http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/136083/1/9789275318508_spa.pdf
- OPS (ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD) *Sistema regional de mortalidad (2012)*. Recuperado de <http://www.paho.org>
- RIVERA HEREDIA, M. E. y ANDRADE PALOS, P. Escala de evaluación de las Relaciones Intrafamiliares (E. R. I.). *Uaricha Revista de Psicología*, 14, 12-29, 2010. Recuperado de http://www.revis-tauaricha.umich.mx/Articulos/Uaricha_14_012-029.pdf

De páginas electrónicas

- ISSEA (INSTITUTO DE SERVICIOS DE SALUD DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES) *Estadísticas-principales causas de*

El mercado de trabajo mexicano, las dificultades de la informalidad

The Mexican labor market, the difficulties of informality


 Octavio Marín Maza Díaz Cortés^{1*}, Laura Elizabeth Santoyo Macías¹

Maza Díaz Cortés, O. M., Santoyo Macías, L. E. El mercado de trabajo mexicano, las dificultades de la informalidad. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*. Número 69: 81-88, septiembre-diciembre 2016.

RESUMEN

Este artículo presenta una revisión de indicadores laborales, económicos y demográficos, que dan cuenta de las transformaciones del mercado laboral en los últimos años. Las actividades informales y los micronegocios resultan ser principales las características del mercado de trabajo mexicano.

ABSTRACT

In this article, a review of the demographic indicators, labor indicators and economic indicators are presented for the purpose to acknowledge the changes that have occurred in the Mexican labour market, in order to prove the need that the public policies have to focus in the work that is developed in smaller economic units.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de las condiciones laborales en países como México ha puesto en evidencia una clara tendencia en la transformación del mercado laboral, lo que ha dado lugar a una multiplicidad de formas de trabajo, mismas que han sido desatendidas por los investigadores y, lo que es más grave, por el Estado. Esta condición se explica en el hecho de que representan un gran reto, tanto para los estudios

Palabras clave: mercado de trabajo, informalidad, precariedad.

Keywords: work, precariousness, informality.

Recibido: 18 de junio de 2015, aceptado: 16 de junio de 2016

¹ Departamento de Sociología, Centro de Ciencias Sociales y Humanidades, Universidad Autónoma de Aguascalientes.

* Autor para correspondencia: octaviomazadc@gmail.com

laborales como para la implementación de las políticas públicas. Se trata de condiciones de trabajo que presentan características que lo hacen diferente al estándar o típico y para el Estado resultan complejas en su control y vigilancia, al tiempo que solucionan los problemas de empleo que afectan a gran parte de la población. En este artículo se presenta una revisión de algunos indicadores que cubren el periodo comprendido desde 2008 hasta 2013 (para facilitar la comparabilidad). El objetivo planteado fue dar cuenta de las condiciones del mercado de trabajo mexicano, con especial atención en las dimensiones de informalidad, la ocupación en los micronegocios y el índice de tendencia laboral de la pobreza. Dichos indicadores permiten reconocer al trabajo precarizado como uno de los factores que favorece el incremento de la pobreza.

Contexto del mercado laboral en México

En las últimas décadas en México se han generado cambios sociodemográficos, políticos y económicos que han trastocado la dinámica del mercado laboral. Uno de los que consideramos ha modificado mayormente es el aumento de la población en edad de trabajar, resultado del bono demográfico que presentó el país apenas hace un par de años. Esta condición representaba una ventaja por la cantidad disponible de mano de obra con la que contaba México. La población resultado del bono demográfico se caracterizó por los altos niveles de capacitación y mayores niveles de escolaridad, lo cual la convertía en una población altamente productiva y competitiva.

Otro de los factores a considerar y que ha impactado el mercado laboral son los cambios estructurales que se han gestado dentro de él, los cuales, en términos generales, se han traducido en

la precarización del mercado de trabajo (Pacheco Gómez Muñoz et al., 2011) que se visibilizan a través de nuevas formas de contratación que adquieren diversos matices en lo que refiere a la duración y extensión del trabajo; asimismo, la configuración de las relaciones salariales y las jornadas laborales.

Las modificaciones que ha experimentado el mercado de trabajo mexicano generan cambios que se traducen en empleos desprotegidos, los cuales incentivan la incorporación de la mano de obra a puestos de trabajo caracterizados por la desprotección social y laboral, lo que da lugar a una mayor participación dentro del sector informal. Del mismo modo, el desempleo y subempleo se convierten en alternativas propias para la mano de obra mexicana.

En las líneas siguientes se presenta la revisión de algunos indicadores de orden económico y demográfico que ayudarán a explicar las condiciones de cambio que se han generado en el mercado laboral mexicano.

Población ocupada y condiciones en el empleo.

En México, una de las principales fuentes de información que muestra estadísticas que permiten explicar las condiciones laborales de los mexicanos es la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE). De acuerdo a la información generada, la población ocupada en México desde 2008 a la fecha ha llegado a representar en promedio 95% de la población económicamente activa (PEA) y solo 5% se encuentra en condiciones de desocupación (INEGI, 2013).

Es importante señalar que la población ocupada se encuentra distribuida en diversas posiciones de ocupación, ello genera que adquieran condiciones de trabajo diversas, lo cual convierte al mercado laboral en un espacio heterogéneo (Pacheco Gómez Muñoz, 2004).

La ENOE muestra que con respecto a el posicionamiento que tenían en el empleo los trabajadores para el tercer trimestre de 2013, 67.2% eran trabajadores subordinados y remunerados (como se observa en la Figura 1, donde el mayor porcentaje de ellos refiere a los asalariados con 93.8%), siguen los cuenta propia (22.1%), los no remunerados con 6.2%, y tan solo 4.6% de la población ocupada son empleadores.

Es primordial reflexionar que solo una parte de la población ocupada obtiene protección en términos de garantías laborales, lo que permite suponer que son prácticamente los trabajadores subordinados y remunerados; mientras que los que trabajan por cuenta propia, los trabajadores no remunerados y los empleadores generalmente se ven limitados y carentes de protección, producto de la posición que tienen en la ocupación.

Otro dato que merece atención y permite captar algunas condiciones del mercado de trabajo mexicano es la participación de la población ocupada de acuerdo al tamaño de la unidad económica. En México, los ocupados representan una participación de 47.5% en los micronegocios, especialmente en aquellos que no cuentan con un establecimiento (véase la Figura 2), siguen los

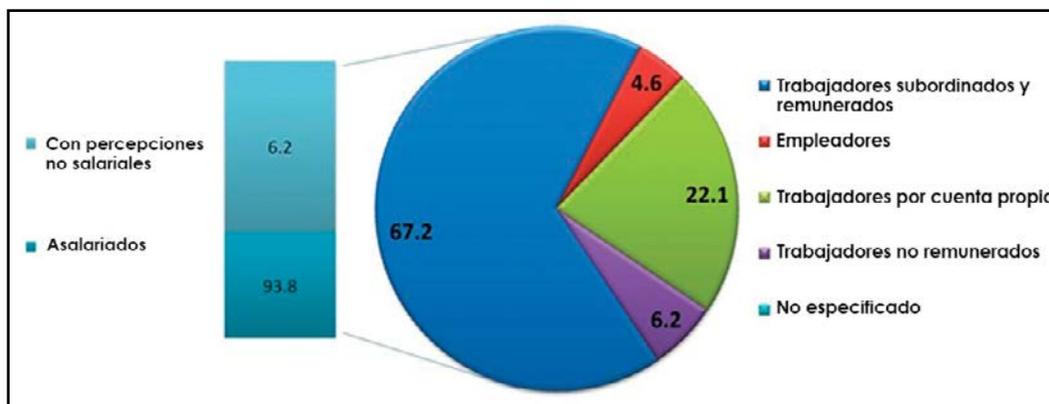


Figura 1. Porcentaje de población ocupada según el posicionamiento en la actividad, tercer trimestre de 2013. Elaboración propia con datos del tercer trimestre de la ENOE (INEGI, 2013).

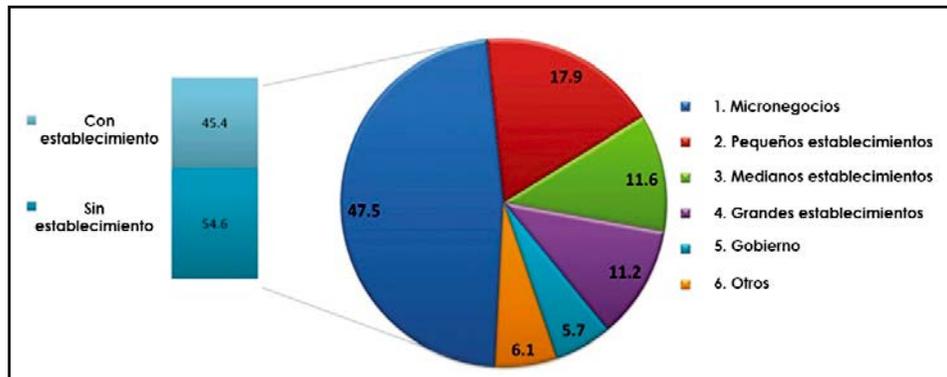


Figura 2. Porcentaje de población ocupada en ámbito no agropecuario por tamaño de la unidad económica. Elaboración propia con datos del tercer trimestre de la ENOE (INEGI, 2013).

pequeños establecimientos (17.9%), posteriormente, los medianos y grandes establecimientos (11.6% y 11.2%, respectivamente) y finalmente, un poco más del 11%, está en el sector gobierno u otros. Se debe de poner atención en que en los últimos años un poco más de las tres cuartas partes de la población se encuentran ocupadas en las micro, pequeñas y medianas empresas.

El incremento de participación de la población ocupada en unidades económicas de menor tamaño se explica por las estrategias de la población para acceder al mercado de trabajo, cuando el resto de las alternativas de ocupación se constriñen y limitan la participación de la población.

Otro de los aspectos que resultan relevantes para comprender el mercado de trabajo son las estadísticas que describen la informalidad desde el sector de los hogares². En México, de acuerdo a la ENOE, 34.6% de la población ocupada se concentra en dicho sector, de la cual 76.7% se encuentra

participando en la informalidad (véase la Figura 3). Se asume que este porcentaje del sector de los hogares participa esencialmente en los micronegocios, conformado por un tipo de unidad económica que es caracterizado por la desprotección y falta de garantías laborales. A lo anterior se debe añadir 49.6% de personas que están laborando en empresas y negocios y tan sólo 13.5% trabaja en las instituciones (véase la Figura 3).

La densidad de la población ocupada en los sectores de actividad económica son otro referente para identificar las condiciones del mercado laboral mexicano. De acuerdo al posicionamiento de la ocupación (especialmente los trabajadores subordinados y remunerados) la información proveniente de la ENOE muestra que durante el periodo comprendido desde 2008 hasta 2013, un poco más de 60% se concentró en el sector terciario, alrededor de 20% en el sector secundario y menos de 10% en el primario. Lo anterior permite explicar

² Definen a la informalidad como aquella que contiene "las unidades económicas no constituidas en sociedad, en el sector informal más las que realizan trabajo doméstico remunerado o agricultura de subsistencia" (INEGI, 2013). Es decir, que se incluyen "todas aquellas actividades económicas de mercado que operan a partir de los recursos de los hogares, pero sin constituirse como empresas con una situación identificable e independiente de esos hogares (INEGI, 2013). El criterio operativo para determinar la situación no independiente de las unidades de producción con respecto al hogar, lo da la ausencia de prácticas contables convencionales, susceptibles de culminar en un balance de activos y pasivos: el que no se realicen quiere decir que no hay una distinción entre el patrimonio del hogar y el de la empresa, ni tampoco hay una distinción entre los flujos de gasto del negocio de los del hogar (por ejemplo: gastos de electricidad y teléfono, uso de vehículo, etc.) (INEGI, 2013).

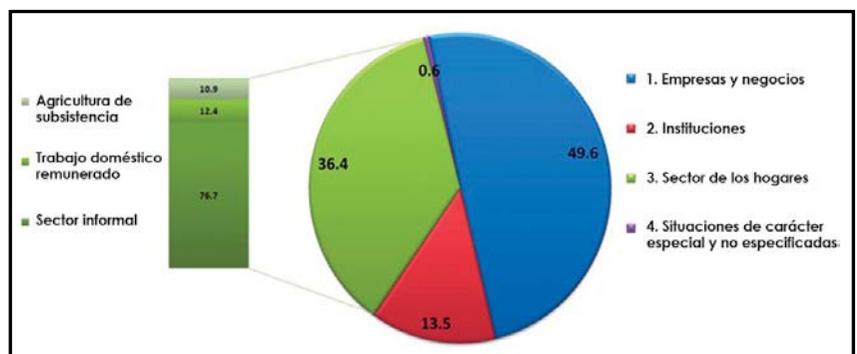


Figura 3. Porcentaje de población ocupada en ámbito no agropecuario por tipo de unidad económica. Elaboración propia con datos del tercer trimestre de la ENOE (INEGI, 2013).

cómo las actividades económicas se concentran preferentemente en el sector servicios, donde están ausentes la seguridad social y predominan las precarias condiciones laborales. Es importante señalar que son en este tipo de sectores donde predominan los establecimientos informales, los cuales se ven favorecidos debido a que requieren menores niveles de inversión para la constitución de puestos de trabajo.

Con respecto a la adscripción de trabajadores con prestaciones sociales, como las que ofrece el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) en términos de servicios médicos, la población beneficiaria en el periodo comprendido desde 2008 hasta 2013 se incrementó. Lo anterior, como resultado de los aumentos de trabajadores con contrato temporal o eventuales (de 11 a 14%). Este tipo de condicionamientos contractuales aseguran al trabajador por un periodo determinado la seguridad médica; sin embargo, refleja la nula protección a largo plazo. En este mismo sentido, de acuerdo a las cifras sobre trabajadores permanentes adscritos al IMSS, las estadísticas muestran una disminución del número de trabajadores de 89 a 86%. Lo anterior permite inferir cómo las nuevas modalidades de contratación están generando modificación en el mercado laboral, de tal forma que los empleos no logren dar garantías en prestaciones sociales básicas a largo plazo. En este sentido, De la Garza Toledo y Neffa afirman que "el porcentaje de trabajadores con contrato indeterminado ha tendido a disminuir en los primeros años de este siglo y el de los trabajadores sin prestaciones aumentó y luego se estabilizó en el nivel del año 2000" (2010: 65)

La ENOE también se encuentra encargada del cálculo de algunos indicadores laborales, mismos que sirven para explicar el contexto del país en términos de ocupación, desocupación y subocupación. La tasa de participación³ para México en el periodo comprendido desde 2008 hasta 2013 tuvo un crecimiento significativo. Para el país, el incremento de esta tasa implica que existe una mayor cantidad de personas en condiciones de laborar, las cuales se representan por la población económicamente activa.

³ La tasa de participación es el porcentaje que representa la población económicamente activa (PEA) con respecto a la de 14 y más años de edad (INEGI, 2013).

⁴ Indica el porcentaje de población ocupada que tiene la necesidad y disponibilidad de ofertar más tiempo de trabajo de lo que su ocupación actual le permite.

En lo referente a la tasa de desocupación en el país, el número de personas que estuvieron en condiciones de desempleo aumentó de 2008 a 2013 (de 3.9 a 4.9%). En términos absolutos, para 2013, lo anterior representa un total de 2.56 millones de personas desempleadas, a las cuales se deben sumar los desempleados desalentados, quienes en el contexto del mercado laboral mexicano se adhieren a los indicadores relativos a la calidad del empleo y la falta del mismo. Desafortunadamente, en el país no se han logrado implementar políticas públicas de protección a los trabajadores en condiciones de desocupación, tal como el seguro de desempleo, que logre dar garantía del sustento y una buena calidad de vida para dicha población.

Ante las condiciones laborales que ofrece el mercado laboral mexicano, existe otro indicador que evidencia la necesidad de los trabajadores de emplearse más horas de trabajo de las que tienen actualmente: la tasa de subocupación⁴. Durante el lapso de 2008 a 2013, la población subocupada se ha incrementado de 6.87% a 8.35%. Ante las condiciones económicas del país, las personas se encuentran en búsqueda constante de otro tipo de actividades para emplearse y contar con ingresos adicionales. Un ejemplo de lo anterior se explica por la cantidad de personas que participan dentro del sector informal, la mayoría de ellos presentes en los micronegocios o actividades que se realizan en jornadas que ocupan los espacios de otra, como podrían ser las ventas multinivel (Maza Díaz Cortés, 2011).

Los micronegocios: una opción para la ocupación. La información presentada anteriormente muestra que una de las opciones para emplearse ante las condiciones

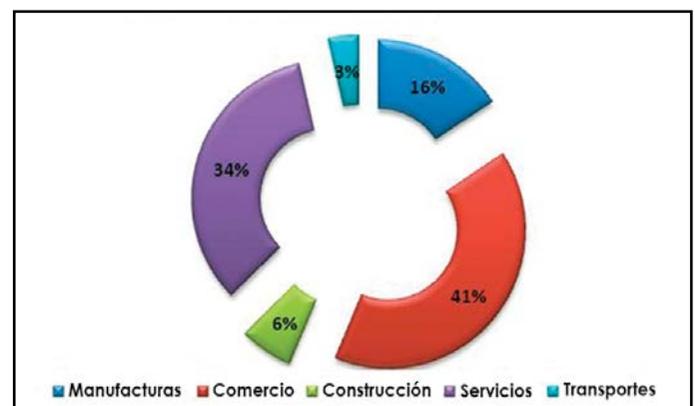


Figura 4. Porcentaje de micronegocios por sector de actividad económica. Elaboración propia con datos de la ENAMIN (INEGI, 2012).

del mercado laboral mexicano son los micronegocios. Debido a las malas condiciones económicas de las últimas décadas, la falta de oferta de mano de obra, las precarias condiciones laborales y el incremento del desempleo, la población se obliga a buscar nuevos mecanismos para la obtención de ingresos, que permitan la subsistencia de la vida diaria, donde una forma particular se genera a través de la creación de pequeños emprendimientos, también conocidos como micronegocios. Cabe aclarar que de acuerdo a los datos presentados, en la actualidad las microempresas resultan ser la principal fuente de ingresos de una gran parte de la población en el país.

La Encuesta Nacional de Micronegocios (ENAMIN) define a la microempresa como el conjunto de unidades productivas en las que laboran hasta cinco personas (seis incluido el propietario) y solo en el caso de las manufacturas podrán ser hasta 15 personas (16 incluido el dueño). Estas microunidades productivas incluyen también a los trabajadores por cuenta propia (o autoempleados) (INEGI, 2012). De acuerdo con los datos de la ENAMIN 2012 en México se ocupan 9,192,490 personas en los micronegocios, de los cuales 84.49% son trabajadores por su cuenta y 15.51% empleadores (INEGI, 2012).

En el país, este tipo de negocios fue promovido como una estrategia para ocupar a una gran parte de la población; de esta forma se incentivaba el autoempleo, se otorgaban subsidios para la creación de microempresas donde se tenía como pretensión ocupar a los miembros de la familia en las llamadas microempresas de tipo familiar, las cuales absorbían la mano de obra y, en la mayoría de los casos, los miembros de la familia no recibían remuneración por el trabajo.

La población trabajadora de los micronegocios principalmente se ocupa en empresas dedicadas al comercio en 41%, otro 34% a servicios y 16% a las manufacturas, tan solo 6% a la construcción y 3% a transportes (véase la Figura 4). Es importante mencionar que en 82.59% de los micronegocios, el principal cliente es el público (INEGI, 2012). Este tipo de diseño de negocios tiende a mostrar poca estabilidad por el tipo de clientes a los que pueden acceder. Se debe tener claro que son las microempresas las que carecen de nulas oportunidades de acceso a seguridad social, bajos o nulos salarios y pocas oportunidades de crecimiento y desarrollo; lo cual reduce las condiciones de bienestar de la población que se encuentra empleada en este tipo de negocios. Además de considerar que aspectos

estructurales de la economía mexicana determinan la baja productividad y competitividad de los micronegocios (Cuevas Rodríguez et al., 2005).

Salarios e Índice de tendencia laboral de la pobreza (ITLP) CONEVAL. El índice de la tendencia laboral de la pobreza (ITLP) es un indicador que se presentó a partir de 2005 por el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL). Dicho índice refleja las condiciones del mercado laboral mexicano, donde de manera trimestral presenta la tendencia de la proporción de personas que no pueden adquirir la canasta alimentaria con el ingreso de su trabajo, lo cual significa que permite a corto plazo mostrar la situación del ingreso laboral de las familias en relación con el precio de la canasta básica.

Si el índice aumenta, significa que aumenta la proporción de personas que no puede adquirir una canasta alimentaria con su ingreso laboral. Para términos de este análisis, se comparó el ITLP con el salario mínimo, los cuales se encuentran relacionados de manera inversa; de esta forma, cuando el salario aumenta, el ITLP disminuye, y cuando hay una caída del salario, el ITLP aumenta (CONEVAL, s. f.).

Los datos del salario mínimo real en el país muestran que no ha existido un crecimiento significativo en el lapso estudiado de 2008 a 2013, el salario ha oscilado de los 57.54 pesos en 2008 a los 57.71 pesos en 2013, aunque durante el año 2009 fue donde hubo un salario menor (56.67 pesos). Lo anterior puede ser explicado debido a que el salario mínimo real no tuvo un crecimiento significativo, por lo cual la población tuvo menor capacidad de compra, lo que provocó un incremento en el indicador del ITLP (véase la Figura 5).

Ante la tendencia al aumento de los empleos con salarios insuficientes la población busca realizar actividades adicionales que le genere un ingreso extra, con la finalidad de lograr la subsistencia, e inclusive en algunos casos, ante la falta de un salario y la nula posibilidad de tener un trabajo remunerado, las personas se emplean en trabajos no protegidos fuera del sector formal. Al elaborar un análisis confrontando el salario mínimo y el ITLP, en México la situación del mercado laboral expresa la existencia de una mayor cantidad de personas a las que les resulta insuficiente el ingreso que perciben producto de su trabajo, ello permite afirmar que las personas tienden a emplearse en actividades informales que modifican la dinámica y estructura del mercado laboral mexicano.

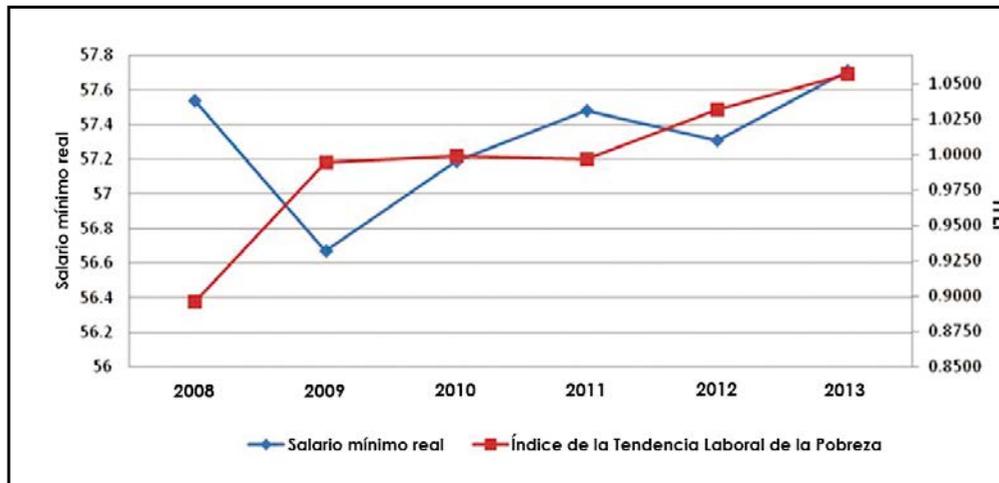


Figura 5. Salario mínimo real e índice de tendencia laboral de la pobreza de México de 2008 a 2013. Elaboración propia con datos de INEGI y CONEVAL (2013).

Informalidad. Tal como se presentaron anteriormente los indicadores de participación de la población ocupada dentro del sector informal; para México, la informalidad representa otro elemento que pone en evidencia las condiciones del mercado de trabajo del país. Se contabiliza dentro de las cuentas nacionales, ya que es un sector fundamental en la economía del país, justificado por la cantidad de personas que se encuentran empleadas, el número de unidades económicas existentes y los ingresos que se generan en este sector.

Las condiciones de ocupación en el sector informal han sido consideradas como un signo de dinamismo del empresario popular. En palabras de Hart, la informalidad es "como una instancia en que la gente retoma en sus propias manos parte del poder económico que trataron de negar los agentes centralizados" (1990: 58). Es importante señalar que este aspecto resulta un tema problemático para el control del Estado y una competencia fuerte para el empresariado establecido. El INEGI, con la información proveniente de la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE) hace el cálculo de dos indicadores que permiten ver las condiciones de la informalidad en el país: la tasa de informalidad laboral y la tasa de ocupación en el sector informal.

La tasa de informalidad laboral corresponde a la proporción de la población ocupada que comprende a los laboralmente vulnerables por el tipo de unidad económica para la que trabajan y aquellos otros cuyo vínculo laboral no es reconocido por su fuente de trabajo. Además incluye a los ocupados en el servicio doméstico remunerado sin seguridad

social, trabajadores no remunerados, trabajadores subordinados y remunerados que laboran sin la protección de la seguridad social (INEGI, 2013).

De acuerdo con los datos disponibles, durante el periodo 2008-2013 la tasa de informalidad laboral ha resultado en promedio en poco más de 59%, en el año 2012 fue donde se obtuvo una mayor cantidad de personas laborando en este sector (59.85%). Lo anterior permite reflexionar que dentro del mercado laboral mexicano, un poco más de mitad de la población ocupada se encuentra en condiciones desfavorables, sin acceso a seguridad social e insertos en unidades económicas que no aseguran la subsistencia del trabajador (véase la Figura 6) (INEGI, 2013).

La tasa de ocupación en el sector informal por definición corresponde a la población ocupada que trabaja para las unidades económicas que funcionan a partir de los recursos del hogar, pero sin constituirse como una empresa, de modo que los ingresos, materiales y equipos que se utilizan para el negocio no son independientes y/o distinguibles de los del propio hogar (INEGI, 2013). Para México, esta tasa abarca cerca una tercera parte de la población ocupada total en el país. De 2008 a 2013 se tuvo un crecimiento de 27.4 a 28.3% (véase la Figura 6).

La conducta de estos indicadores muestra un incremento en la ocupación de este sector. La dinámica visibiliza que una mayor parte de la población recurre a actividades informales como un medio para la obtención de ingresos. A pesar

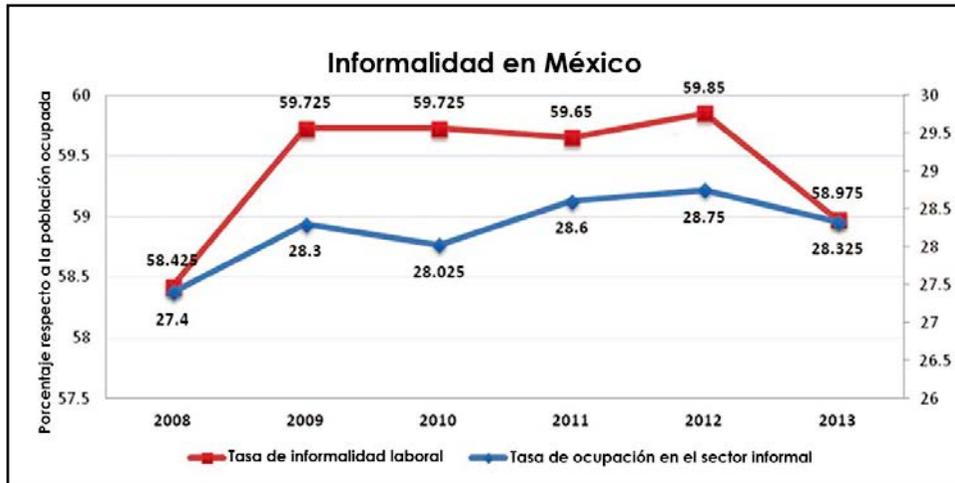


Figura 6. Tasa de informalidad laboral y de ocupación en el sector informal de México en el lapso 2003-2008. Elaboración propia con datos de la ENOE (INEGI, 2013).

de los esfuerzos por parte del gobierno mexicano para alinear a una mayor parte de la población en actividades formales, el esfuerzo ha sido insuficiente y los resultados poco exitosos. Es importante señalar que las condiciones mismas de la dinámica del mercado de trabajo mexicano incentivan una mayor participación en actividades informales, mismas que denotan malas condiciones laborales para la población.

informalidad. Por ello se hace patente la necesidad de generar estrategias de gobierno y políticas públicas que pongan atención en estos espacios. Ejemplo de esto son los procesos de formalización desarrollados en Brasil, las cuales han logrado aumentos considerables en cuanto a los índices de trabajo protegido (Véras de Oliveira y Mota Braga, 2014). Las políticas brasileñas aumentaron los sistemas de vigilancia sobre las empresas, al tiempo que simplificaron los requisitos para el registro de los trabajadores.

CONCLUSIONES

El panorama presentado en este artículo muestra la fuerte tendencia que tiene el mercado de trabajo mexicano a la precarización del empleo. Se configura así un espacio laboral en el que predominan las unidades productivas centradas en el hogar y la

El ITLP muestra la insuficiencia del salario, expresada por los pobres incrementos que ha sufrido en los últimos años. El trabajo que genera pobreza se vincula a la necesidad que tienen, aun los ocupados, de buscar ocupaciones alternativas para complementar sus ingresos. Este factor finalmente



Figura 7. El trabajo dentro del taller familiar. Fotografía tomada por Dolly Ortiz.



Figura 8. La ocupación de tejedor. Fotografía tomada por Dolly Ortiz.

incide en el incremento de los trabajos informales y, por tanto, funciona como un lastre para el resto de la economía. Derivado de todo esto, una política que incentive salarios suficientes es fundamental para la solución de los problemas derivados del mercado de

trabajo. El reto que se plantea es buscar las formas tanto sociales como legales que permitan elevar la calidad del empleo y la vida de los trabajadores mexicanos, a partir de diagnósticos que reflejen la realidad de nuestro mercado laboral.

LITERATURA CITADA

- CUEVAS RODRÍGUEZ, E. et al. Micronegocios y autoempleo en México. Un análisis empírico con datos de la Encuesta Nacional de Micronegocios. *Carta Económica Regional*, 17(94): 31-42, 2005.
- DE LA GARZA TOLEDO, E. y NEFFA, J. C. (Comps.), *Trabajo y modelos productivos en América Latina: Argentina, Brasil, Colombia, México y Venezuela luego de la crisis del modo de desarrollo neoliberal* [Colección Grupos de Trabajo]. Buenos Aires, Argentina: CLACSO, 2010.
- HART, K. The idea of the economy: six modern dissenters. En R. FRIEDLAND y A. F. ROBERTSON (Eds.), *Beyond the marketplace, rethinking economy and society* (pp. 137-160). New York, US: Aldine de Gruyter, 1990.
- INEGI (INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA) *Encuesta Nacional de Micronegocios 2012*. México: Autor, 2012.
- INEGI (INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA) *Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo. Series de información trimestral de 2008 a 2013*. México: Autor, 2013.
- MAZA DÍAZ CORTÉS, O. M. Las ventas multinivel. En M. E. PACHECO GÓMEZ MUÑOZ, E. DE LA GARZA TOLEDO y L. RAYGADAS (Eds.), *Trabajos atípicos y precarización del empleo* (p. 299). D. F., México: El Colegio de México, 2011.
- PACHECO GÓMEZ MUÑOZ, M. E. *Ciudad de México, heterogénea y desigual: un estudio sobre el mercado de trabajo*. D. F., México: El Colegio de México, 2004.
- PACHECO GÓMEZ MUÑOZ, M. E. et al. *Trabajos atípicos y precarización del empleo*. D. F., México: El Colegio de México, 2011.

De páginas electrónicas

- CONEVAL (CONSEJO NACIONAL DE EVALUACIÓN DE LA POLÍTICA DE DESARROLLO SOCIAL) *Resultados del Índice de Tendencia Laboral de la Pobreza (ITLP) al segundo trimestre de 2014*, s.f. Recuperado el 1 de julio de 2014, de http://www.coneval.gob.mx/Medicion/Paginas/ITLP_ITLP_IS.aspx
- VÉRAS DE OLIVEIRA, R. y MOTA BRAGA, B. Território comercial de Toritama: persistência e metamorfoses da informalidade. *POLÍTICA & TRABALHO. Revista de Ciências Sociais*, 41, 193-225, 2014. Recuperado de <http://periodicos.ufpb.br/index.php/politicaetrabalho/article/viewFile/21820/12655>

Producción de pigmentos por *Monascus* spp. en medio sólido empleando residuos agroindustriales

Pigments production by *Monascus* spp. in solid medium using agroindustrial waste

María Elena Velázquez Arellano^{1*}, Juan Roberto Benavente Valdés¹,
Jesús Antonio Morlett Chávez¹, Cristóbal Noé Aguilar González¹

Velázquez Arellano, M. E., Benavente Valdés, J. R., Morlett Chávez, J. A., Aguilar González, C. N. Producción de pigmentos por *Monascus* spp. en medio sólido empleando residuos agroindustriales. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*. Número 69: 89-95, septiembre-diciembre 2016.

RESUMEN

En esta revisión se describen los principales factores que afectan la producción de pigmentos por *Monascus* en medio sólido, así como los diferentes residuos utilizados y aquellos potenciales remanentes regionales en México que pueden ser aprovechados en la producción de pigmentos. Los colorantes producidos por el hongo *Monascus* han mostrado potencial aplicación en las industrias alimentaria, cosmética, farmacéutica y textil. La producción de pigmentos por *Monascus* se ha llevado a cabo principalmente en cultivos en estado sólido, para lo cual el uso de residuos agroindustriales como fuente de sustrato es una alternativa real que incrementa la factibilidad económica del proceso, aunado a ser una alternativa de bajo impacto ambiental. Los factores de temperatura, pH, humedad relativa y tamaño de partícula se identificaron como los factores de mayor influencia en la producción de pigmentos. Los residuos regionales de maíz, arroz y *Aloe vera* son los sustratos con mayor rendimiento.

ABSTRACT

In this review the main factors affecting pigment production by *Monascus* in solid medium are

Palabras clave: colorantes naturales, hongo filamentos, fermentación sólida, tecnologías sustentables.

Keywords: natural dyes, filamentous fungus, solid-state fermentation, sustainable technologies.

Recibido: 3 de noviembre de 2015, aceptado: 19 de agosto de 2016

¹ Departamento de Investigación en Alimentos, Universidad Autónoma de Coahuila.

* Autor para correspondencia: mvelazquez@uadec.edu.mx

described, as well as the different agro-industrial waste used and those potential regional wastes in Mexico that can be exploited in the production of pigments. The pigments produced by the fungus *Monascus* have shown potential application in food, textile, cosmetics and pharmaceutical industries. Pigment production by *Monascus* has been carried out mainly in solid-state fermentation, for which the use of agro-industrial waste as a source of substrate is a real alternative that increases the economic feasibility of the process with low-impact environmental. The factors of temperature, pH, humidity and particle size were identified as the most influential factors in pigment production and the regional agro-industrial waste of corn, rice and *Aloe vera* the substrates with higher yield.

INTRODUCCIÓN

Los pigmentos se definen como sustancias químicas que imparten color a otros materiales por el efecto óptico de la refracción de la luz del sol (Wani et al., 2004). Los colorantes naturales fueron una parte esencial dentro de diversas industrias en el siglo XIX (Bechtold et al., 2006); sin embargo, debido a la gran demanda de estas moléculas a nivel industrial, los colorantes de origen natural fueron reemplazados por los sintetizados vía química. Los colorantes sintéticos han suplido casi por completo a los naturales, debido a la amplia gama de colores disponibles y a la alta eficiencia de producción a bajo costo, principalmente. Sin embargo, ha sido bien documentado que los colorantes químicamente sintetizados han presentado efectos negativos en la salud humana, tales como alergias, hiperactividad en infantes y en algunos casos se han asociado con cáncer (Hsu y Pan, 2012). Por tanto, hoy día diversas

empresas se han enfocado en la búsqueda de alternativas a estos colorantes, siendo los de origen natural una potencial fuente de sustitución en la coloración de una amplia gama de productos.

Las fuentes originales de tintes naturales han sido las plantas y tejidos de insectos; sin embargo, también es factible producir pigmentos a través de microorganismos tales como bacterias, levaduras, hongos y microalgas (Celestino et al., 2014; Zang et al., 2014; Morales Oyervides et al., 2015; Streit et al., 2015; Benavente Valdés et al., 2016; Dursun y Dalgıç, 2016). Dentro de la producción microbiana de pigmentos, el hongo *Monascus* spp. es uno de los microorganismos fúngicos ampliamente reconocidos por su capacidad de producción de los mismos (Babitha et al., 2007; Velmurugan et al., 2011; Yang et al., 2015).

El género *Monascus* pertenece a la clase Ascomycetos y a la familia Monascaceae. Este hongo es fuente de varios metabolitos secundarios, tales como monacolina, ácido gama-aminobutírico y pigmentos policétidos del tipo azafilonas (Wang et al., 2015). Dentro de los pigmentos producidos por *Monascus* se han reportado monascina y ankaflavina, correspondientes a colores amarillos; rubropunctatina y monascrubrina, correspondientes a tonalidades naranjas y rubropuctamina y monascrubramina, correspondientes a la gama de los rojos (Carvalho et al., 2003). Dentro de estos colorantes con perspectiva industrial, los rojos han tenido mayor demanda, especialmente en la industria de los alimentos (Li et al., 2014). Por otro lado, los pigmentos amarillos y naranjas han sido ampliamente estudiados debido a sus propiedades biológicas (Cheng et al., 2012; Nam et al., 2014).

La obtención de pigmentos de *Monascus* es llevada a cabo principalmente en cultivo en estado sólido, ya que el proceso tiene las siguientes ventajas: i) proceso simple de implementar, ii) menor inversión de capital, iii) bajos niveles de inhibición del producto final y represión catabólica, iv) menor cantidad de residuos líquidos generados, v) mayor rendimiento en general (Babitha et al., 2007; Lian et al., 2007; Pongrawee y Lumyong, 2011; Velmurugan et al., 2011; General et al., 2014).

Desde una perspectiva industrial existe la necesidad de desarrollar sistemas de bajo costo para la producción de colorantes y hacer factible su producción masiva, ya que la principal limitante son

los altos costos asociados al sustrato. Una alternativa interesante a escala industrial es el empleo de residuos agroindustriales para la biosíntesis de pigmentos fúngicos, así como la exploración de residuos no convencionales generados regionalmente, con lo cual se impulsará el desarrollo de empresas biotecnológicas en el país.

Con base en lo anterior, el objetivo de esta contribución es presentar un panorama general de la información reportada referente a los principales factores involucrados en la producción de pigmentos por *Monascus* en cultivos en estado sólido; además de presentar las áreas de oportunidad con base en los subproductos agrícolas generados en el norte de México y pueden ser empleados en la producción de tintes.

Fermentación en estado sólido

La fermentación en medio sólido (FMS) se define como el crecimiento de microorganismos sobre un sustrato sólido húmedo, donde los niveles de humedad son suficientes para mantener el crecimiento microbiano y llevar a cabo su metabolismo; sin embargo, no hay agua libre en movimiento (Rahardjo et al., 2006). En estos procesos, los sustratos no solo suministran los nutrientes al microorganismo, sino que sirven como medio para la inmovilización de las células (Pandey, S. et al., 2007). Por tanto, en FMS se presenta un hábitat más adecuado para el crecimiento de los hongos, lo que permite altas productividades del metabolito de interés (Pandey, A. et al., 2000; Pandey, S. et al., 2007).

En países orientales como China, el cultivo de *Monascus* en sistemas sólidos con arroz como sustrato es utilizado para la elaboración de Anka (Figura 1), un arroz fermentado altamente demandado (Dufossé et al., 2005). Sin embargo, se han utilizado diversas materias primas como sustrato para fermentación con cepas de *Monascus* spp.

Las industrias alimentarias, granjas de giro agrícola y forestal generan grandes volúmenes de desechos, los cuales pueden ser utilizados como materia prima para los procesos de FMS. Algunos ejemplos de ellos son residuos olote de maíz, bagazo de yuca, bagazo de caña, salvado de trigo, salvado de arroz, vaina de algarroba, residuos de la industria cervecera, entre otros (Rodríguez Couto, 2008). Previo a la utilización de material en FMS es de gran importancia determinar las características microbiológicas y fisicoquímicas de los materiales a ser empleados como sustratos. Dentro de estos



Figura 1. *Monascus purpureus* HD001 fermentado después de 14 días en A) arroz, B) residuos de tofu y C) gadung (tubérculo) (Priatni et al., 2014).

existen dos parámetros fisicoquímicos de suma importancia para la selección de un sustrato, índice de absorción de agua (IAA) y el punto crítico de humedad (PCH), que representa la cantidad de agua ligada al soporte que no puede ser empleada por el microorganismo y se encuentra fuertemente relacionado con la actividad de agua (*aw*). Los valores superiores a 40% de PCH indican que el agua no se encuentra ligada al soporte, sino en solución y, por tanto, afecta el crecimiento fúngico, en cultivos sólidos se requiere que los PCH sean bajos para poder modificar el valor de la humedad en función del contenido del medio absorbido (Robledo et al., 2008).

Diversos autores han reportado el uso de residuos agroindustriales para la producción de colorantes de *Monascus* en FMS, los cuales se describen en la Tabla 1.

Dentro del proceso de biosíntesis de tintes en FMS, algunos autores han reportado que son varios los factores que afectan el rendimiento de producción, dentro de los cuales han mencionado la temperatura, pH, humedad relativa, tamaño de partícula y flujo de aireación (Han y Mudgett, 1992; Carvalho et al., 2003; Dufossé et al., 2005; Babitha et al., 2007; Velmurugan et al., 2011).

Factores físicos que influyen en la producción de pigmentos en medio sólido

Temperatura y pH. La temperatura es un factor determinante para el crecimiento y metabolismo de las células. La mayoría de los cultivos fúngicos en FMS han sido llevados a cabo en rangos de temperatura de 10 a 35 °C, con un óptimo entre 20 y 30 °C. Diversos estudios con *Monascus* spp. para la producción de

Tabla 1. Producción de pigmentos de *Monascus* en FMS

Especie	Residuo agroindustrial	Referencia
<i>M. purpureus</i> LPB97	Semilla de sandía, salvado de arroz, salvado de trigo, residuos de la industria de aceite de coco, de sésamo y de aceite de cacahuete, polvo de yuca y polvo de semillas de tamarindo	Babitha et al. (2007)
<i>M. ruber</i> 102w	Granos de arroz en polvo	Lian et al. (2007)
<i>M. ruber</i> MTCC2326	Arroz triturado	Vidyalakshmi et al. (2009)
<i>M. purpureus</i> KACC42430	Olote de maíz	Velmurugan et al. (2011)
<i>M. purpureus</i> CECT2955	Cáscaras de naranja, mandarina, toronja, limón, piña, tuna, mango, papaya, Aloe vera, algas marinas y vaina de frijol	Velázquez Arellano (2013)

Elaboración propia.

pigmentos han reportado una temperatura óptima de 30 °C (Babitha et al., 2007; Lian et al., 2007; Velmurugan et al., 2011; Priatni et al., 2014). Por otro lado, Carvalho et al. (2006) obtuvieron la mayor producción de pigmento en FMS por *Monascus* spp. a una temperatura de 32 °C.

Por otro lado, el pH del sustrato, al igual que la temperatura del sistema, es uno de los factores más importantes para determinar el crecimiento microbiano y la actividad metabólica en FMS. El rendimiento de producción de tintes por *Monascus* ha sido estudiado por algunos autores empleando diferentes niveles iniciales de pH. Yongsmith et al.

(2000) reportó que la mayor producción de pigmentos amarillos por *Monascus* se encontró en niveles de pH entre 5.0 y 6.0, mientras que la máxima producción de tintes rojos se observó a valores de pH de 5.0. Por otro lado, se ha reportado que a valores de rango de pH ácido (1.0-2.0) y neutro-básico (7.0-8.0) la producción de pigmentos disminuye (Velmurugan et al., 2011).

Humedad relativa. La humedad relativa en procesos de FMS es un parámetro clave para controlar el crecimiento de microorganismos y biosíntesis de los metabolitos de interés (Pandey, A., 2003). Se ha reportado que cada cepa de *Monascus* necesita su propio contenido de humedad inicial en el sustrato, óptima para la producción de pigmento (Lotong y Suwanarit, 1990). Diversos estudios indican que un contenido de humedad en el sustrato menor a 40% (v/p) conduce a menor producción de pigmento, se mostró la mayor producción para humedades mayores a 50% (v/p) (Johns y Stuart, 1991; Babitha et al., 2007). En este sentido, Velmurugan et al. (2011) reportaron la mayor producción de pigmentos (amarillo y rojo de 18.92 DO412nm y 14.26 DO500nm, respectivamente) con un nivel de humedad de 60%. De igual forma, Yongsmith et al. (2000) obtuvieron la mayor producción de pigmento con humedades de 60% con una cepa de *Monascus* spp. Cabe destacar que ambos estudios concordaron en que la baja productividad registrada en los sistemas en que la humedad relativa fue superior a 65% se debió a la aglomeración del sustrato causada por la formación de lodos disminuyendo la oxigenación en el medio y, por tanto, inhibiendo el crecimiento del microorganismo. En contraste, Srianta y Harijono (2015) y Said et al. (2010) reportaron el uso de una humedad óptima de 70% para la producción de pigmentos por *Monascus purpureus* y *Monascus ruber*, respectivamente, en sistemas empacados, lo que muestra que el empleo de un sistema aireado puede mantener condiciones de humedad alta favoreciendo la de oxigenación del microorganismo, lo que evita la formación de lodos, mejora la transferencia de masa y permite el crecimiento y producción de colorantes por parte del microorganismo.

Tamaño de partícula. El tamaño de partícula es uno de los parámetros relacionados con la transferencia de masa entre el microorganismo-sustrato en FMS (Díaz Sánchez, 2009). En tamaños de partícula pequeños el área de contacto entre el micelio del microorganismo y sustrato se incrementa, a su vez

limita el intercambio de gases al reducirse el espacio entre partículas. Por el contrario, a mayor tamaño de partícula el área de contacto se reduce e incrementa el intercambio de gases al generarse mayor espacio entre las partículas del sustrato (Srianta y Harijono, 2015). Estos dos efectos opuestos pueden influir en los niveles de producción de metabolitos de interés, por lo que es necesario seleccionar el tamaño de partícula adecuado para la producción del metabolito de interés (Botella et al., 2007). Babitha et al. (2006) evaluó la producción de colorantes por *Monascus* en FMS empleando semillas de la fruta jaca y observó que la máxima producción de pigmentos se obtuvo empleando tamaños de partícula entre 0.4 y 0.6 mm. En contraste, Velmurugan et al. (2011) obtuvieron el mayor rendimiento del tinte por *Monascus* en FMS con olote de maíz a un tamaño de partícula 2.0 mm. Es importante observar los diferentes rangos de tamaño de partícula empleados, por lo que es recomendable que para cada sustrato a emplear en FMS se lleve a cabo un estudio preliminar del impacto del tamaño de partícula del sustrato sobre el rendimiento del proceso.

Aireación. La aireación en las fermentaciones en medio sólido es más fácil de controlar que en fermentaciones sumergidas, porque la superficie de contacto es mayor entre el aire y el líquido que está absorbido en las partículas (Viniestra González et al., 2003). Said et al. (2010) reportaron que para una fermentación sólida en camas empaquetadas con *Monascus ruber*, una velocidad de aireación forzada mayor a 0.5 l/min redujo la producción de pigmentos y biomasa como consecuencia de la pérdida de agua, mientras que los niveles más altos de colorantes se obtuvieron a tasas de aireación forzada de entre 0.05 y 0.2 l/min, en donde se alcanzó un contenido de pigmentos de 98.0 DO/g de materia seca en la cama.

Residuos agroindustriales

Los residuos generados tienen alta demanda biológica de oxígeno y pueden causar problemas de diferentes aspectos, incluso costos de recolección, eliminación, tratamiento y pérdida de materias primas valiosas (Kasinski y Wojnowska Baryla, 2014). El interés científico sobre el cuidado del medio ambiente con disminuir los niveles de contaminación se está viendo favorable con la recuperación de una extensa gama de subproductos industriales (Saval, 2012). En el caso particular de los pigmentos microbianos, que presentan grandes ventajas en términos de producción en comparación con

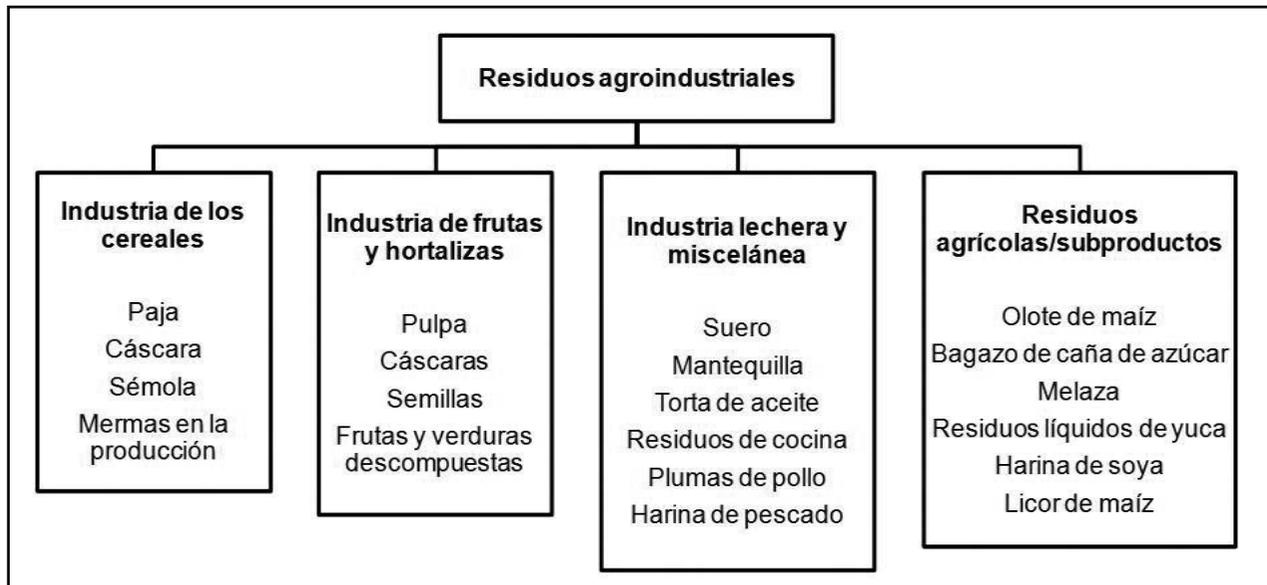


Figura 2. Tipos de residuos agroindustriales generados por diferentes industrias comúnmente empleados en procesos biotecnológicos (Panesar et al., 2015).

tintes similares extraídos de vegetales o animales, estrategias de producción empleando bioprocesos que utilicen residuos agroindustriales serán de gran importancia en desarrollo de la industria alimentaria, por mencionar algunas. Actualmente, diversos residuos derivados de agroindustrias ya están siendo utilizados para producción de pigmentos naturales. En la Figura 2 se muestran los residuos agroindustriales que han sido empleados en procesos biotecnológicos para la obtención de pigmentos, enzimas y otros metabolitos de interés comercial (Panesar et al., 2015).

Actualmente, en el norte de México se generan gran cantidad de residuos agroindustriales que pueden ser aprovechados en la producción de pigmentos vía FMS. Dentro de los principales productos que se encuentran en la región semidesértica y con potencial se pueden mencionar residuos del proceso de extracción de cera de candelilla, residuos del proceso de extracción de fibra de lechuguilla (*Agave lechuguilla*), orégano (*Origanum vulgare L.*), maguey (*Agave americana L.*), jojoba (*Simmondsia chinensis*), sábila (*Aloe vera*), nopal (*Opuntia spp.*) y damiana (*Turnera afrodisiaca*), entre otros. Por

tanto, con base en el potencial de los residuos antes mencionados, se abre un área de oportunidad para el desarrollo de bioprocesos para la bioproducción de pigmentos en FMS.

CONCLUSIONES

La producción de pigmentos naturales de origen fúngico como los de las cepas de *Monascus* representan una fuente prometedora y sustentable para cubrir las necesidades comerciales de estos compuestos de interés. Además, la producción de estos metabolitos posee la ventaja de su biosintetización mediante fermentación sólida, lo que abre la posibilidad de emplear residuos agroindustriales de fácil acceso con base en las industrias establecidas en la región.

Agradecimientos

La autora agradece al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) por el apoyo financiero brindado para la realización de estudios de Maestría (559147).

LITERATURA CITADA

- BABITHA, S. et al. Jackfruit seed-A novel substrate for the production of *Monascus* pigments through solid-state fermentation. *Food Technology and Biotechnology*, 44, 465-471, 2006.
- BABITHA, S. et al. Solid-state fermentation for the production of *Monascus* pigments from jackfruit seed. *Bioresource Technology*, 98(8): 1554-1560, 2007.
- BECHTOLD, T. et al. Extraction of natural dyes for textile dyeing from coloured plant wastes released from the food and beverage industry. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86(2): 233-242, 2006.
- BENAVENTE VALDÉS, J. R. et al. Strategies to enhance the production of photosynthetic pigments and lipids in chlorophyceae species. *Biotechnology Reports*, 10, 117-125, 2016.
- BOTELLA, C. et al. Xylanase and pectinase production by *Aspergillus awamori* on grape pomace in solid state fermentation. *Process Biochemistry*, 42(1): 98-101, 2007.
- CARVALHO, J. C. et al. Production of *Monascus* biopigments: an overview. *Agro FOOD industry hi-tech*, 14(6): 37-42, 2003.
- CARVALHO, J. C. et al. Relation between growth, respirometric analysis and biopigments production from *Monascus* by solid-state fermentation. *Biochemical Engineering Journal*, 29(3): 262-269, 2006.
- CELESTINO, J. D. R. et al. Bioprospecting of Amazon soil fungi with the potential for pigment production. *Process Biochemistry*, 49(4): 569-575, 2014.
- CHENG, M. J. et al. Secondary metabolites produced by the fungus *Monascus pilosus* and their anti-inflammatory activity. *Phytochemistry Letters*, 5(3): 567-571, 2012.
- DÍAZ SÁNCHEZ, A. B. *Reciclado del orujo de uva como medio sólido de fermentación para la producción de enzimas hidrolíticas de interés industrial*. Tesis doctoral. España: Universidad de Cádiz, 2009.
- DUFOSSÉ, L. et al. Microorganisms and microalgae as sources of pigments for food use: a scientific oddity or an industrial reality?. *Trends in Food Science & Technology*, 16(9): 389-406, 2005.
- DURSUN, D. y DALGIÇ, A. C. Optimization of astaxanthin pigment bioprocessing by four different yeast species using wheat wastes. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 7, 1-6, 2016.
- GENERAL, T. et al. Fungal utilization of a known and safe macroalga for pigment production using solid-state fermentation. *Journal of Applied Phycology*, 26(3): 1547-1555, 2014.
- HAN, O. y MUDGETT, R. E. Effects of oxygen and carbon dioxide partial pressures on *Monascus* growth and pigment production in solid-state fermentation. *Biotechnology Progress*, 8, 5-10, 1992.
- HSU, W. H. y PAN, T. M. *Monascus purpureus*-fermented products and oral cancer: a review. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 93(5): 1831-1842, 2012.
- JOHNS, M. R. y STUART, D. M. Production of pigments by *Monascus purpureus* in solid culture. *Journal of Industrial Microbiology*, 8(1): 23-28, 1991.
- KASINSKI, S. y WOJNOWSKA BARYLA, I. Oxygen demand for the stabilization of the organic fraction of municipal solid waste in passively aerated bioreactors. *Waste management*, 34(2): 316-322, 2014.
- LI, C. H. et al. Safety and mutagenicity evaluation of red mold dioscorea fermented from *Monascus purpureus* NTU 568. *Food and Chemical Toxicology*, 67, 161-168, 2014.
- LIAN, X. et al. Identification of new red pigments produced by *Monascus ruber*. *Dyes and Pigments*, 73(1): 121-125, 2007.
- LOTONG, N. y SUWANARIT, P. Fermentation of ang-kak in plastic bags and regulation of pigmentation by initial moisture content. *Journal of Applied Microbiology*, 68(6): 565-570, 1990.
- MORALES OYERVIDES, L. et al. Effect of heat exposure on the colour intensity of red pigments produced by *Penicillium purpurogenum* GH2. *Journal of Food Engineering*, 164, 21-29, 2015.
- NAM, K. et al. Antiobesity effect of a jelly food containing the L-tryptophan derivative of *Monascus* pigment in mice. *Journal of Functional Foods*, 9, 306-314, 2014.
- PANDEY, A. Solid-state fermentation. *Biochemical Engineering Journal*, 13(2-3): 81-84, 2003.
- PANDEY, A. et al. New developments in solid-state fermentation: I-bioprocesses and products. *Process Biochemistry*, 35(10): 1153-1169, 2000.
- PANDEY, S. et al. Coping with drought in rice farming in Asia: insights from a cross-country comparative study. *Agricultural Economics*, 37(s1): 213-224, 2007.
- PANESAR, R. et al. Production of microbial pigments utilizing agro-industrial waste: a review. *Current Opinion in Food Science*, 1, 70-76, 2015.

- PONGRAWEE, N. y LUMYONG, S. Improving solid-state fermentation of *Monascus purpureus* on agricultural products for pigment production. *Food and Bioprocess Technology*, 4(8): 1384-1390, 2011.
- PRIATNI, S. et al. The utilization of solid substrates on *Monascus* fermentation for anticholesterol agent production. *Procedia Chemistry*, 9, 34-39, 2014.
- RAHARDJO, Y. S. P. et al. Modeling conversion and transport phenomena in solid-state fermentation: a review and perspectives. *Biotechnology Advances*, 24(2): 161-179, 2006.
- ROBLEDO, A. et al. Ellagic acid production by *Aspergillus niger* in solid state fermentation of pomegranate residues. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*, 35(6): 507-513, 2008.
- RODRÍGUEZ COUTO, S. Exploitation of biological wastes for the production of value-added products under solid-state fermentation conditions. *Biotechnology Journal*, 3(7): 859-870, 2008.
- SAID, F. M. et al. The effects of forced aeration and initial moisture level on red pigment and biomass production by *Monascus ruber* in packed bed solid state fermentation. *International Journal of Environmental Science and Development*, 1(1): 1-4, 2010.
- SAVAL, S. Aprovechamiento de Residuos agroindustriales: pasado, presente y futuro. *BioTecnología*, 16(2): 14-46, 2012.
- SRIANTA, I. y HARIJONO, A. *Monascus*-fermented sorghum: pigments and monacolin K produced by *Monascus purpureus* on whole grain, dehulled grain and bran substrates. *International Food Research Journal*, 22(1): 377-382, 2015.
- STREIT, N. et al. Producción de pigmentos naturales (clorofila-a) en biorrefinerías agroindustriales. *Ciencia y Tecnología*, 8(2): 29-36, 2015.
- VELÁZQUEZ ARELLANO, M. E. Producción de pigmentos fúngicos (*Monascus purpureus* 2955) en residuos agroindustriales por fermentación sólida. Tesis de licenciatura. Coahuila, México: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, 2013.
- VELMURUGAN, P. et al. *Monascus* pigment production by solid-state fermentation with corn cob substrate. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 112(6): 590-594, 2011.
- VIDYALAKSHMI, R et al. Microbial bioconversion of rice broken to food grade pigments. *Global Journal of Biotechnology & Biochemistry*, 4(2): 84-87, 2009.
- VINIEGRA GONZÁLEZ, G. et al. Advantages of fungal enzyme production in solid state over liquid fermentation systems. *Biochemical Engineering Journal*, 13, 157-167, 2003.
- WANG, B. et al. Investigation of relationship between lipid and *Monascus* pigment accumulation by extractive fermentation. *Journal of Biotechnology*, 212, 167-173, 2015.
- WANI, K. S. et al. Pigment production. In *Concise encyclopedia of Bioresource Technology*, 2, 645-652, 2004.
- YANG, J. et al. Effect of oxygen supply on *Monascus* pigments and citrinin production in submerged fermentation. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 119(5): 564-569, 2015.
- YONGSMITH, B. et al. Color mutants of *Monascus* sp. KB9 and their comparative glucoamylases on rice solid culture. *Journal of Molecular Catalysis. B, Enzymatic*, 10(1-3): 263-272, 2000.
- ZANG, C. Z. et al. Identification and enhanced production of prodigiosin isoform pigment from *Serratia marcescens* N10612. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*, 45, 1133-1139, 2014.

Rodolfo Stavenhagen. *In memoriam*

José Manuel Valenzuela Arce^{1*}

Valenzuela Arce, J. M. Rodolfo Stavenhagen. *In memoriam*. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*. Número 69: 96-97, septiembre-diciembre 2016.

Rodolfo Stavenhagen (Frankfurt, Alemania, 1932-Ciudad de México, México, 2016), llegó a México en 1940, proveniente de Frankfurt, Alemania, a la edad de 8 años, tras un largo recorrido propiciado por la amenaza del nazismo alemán. Partió de su ciudad natal acompañado de sus padres, su hermana mayor y su abuela en 1936 con destino a Nueva York, cuando ya las bombas asediaban a los Países Bajos y la tropa lúgubre del Holocausto desplegaba su curso cruento y desalmado. La familia Stavenhagen realizó el viaje de Nueva York a nuestro país por carretera en un auto Chevrolet e ingresaron a México por la frontera de Nuevo Laredo en el noreste mexicano.

Las circunstancias familiares facilitaron la educación bilingüe del niño Stavenhagen, quien años después, en su temprana juventud, descubrió el *México profundo*, lo cual le generó gran interés, al igual que las visitas que realizó al México indígena, entre las cuales destaca su primer viaje a la Selva Lacandona en Chiapas, a la edad de 17 años. De esta y otras experiencias surgió su interés en el arte mexicano prehispánico y el deseo de estudiar profesionalmente la carrera de Antropología. Tras cursar la licenciatura en Humanidades en la Universidad de Chicago, Stavenhagen obtuvo el título de Etnólogo, el grado de Maestro en Ciencias Antropológicas en la ENAH y el Doctorado en Sociología por la Universidad de París.

A partir de las experiencias y emociones vividas en los trabajos de campo y en especial en el que realizó con indígenas mazatecos desplazados por la construcción de una presa sobre el río Papaloapan, donde tuvo una intensa y prolongada convivencia con grupos indígenas, Stavenhagen fortaleció su vocación por la antropología. Años después, trabajando en la Escuela Nacional de Ciencias Políticas y Sociales de la UNAM, con el Doctor Pablo



El Dr. Rodolfo Stavenhagen. Fotografía tomada de <http://www.mapuexpress.org/wp-content/uploads/2016/11/stavenhagen1.jpg>

González Casanova, se le presentó la oportunidad de viajar a Tijuana en 1957 para realizar la investigación que se convirtió en su tesis de Maestría.

Rodolfo Stavenhagen sembró un largo y luminoso camino en las Ciencias Sociales, las Humanidades y en el compromiso con los sectores subalternos de México y del mundo. Esta afirmación se confirma a través de sus imprescindibles aportaciones académicas sobre derechos humanos, pueblos indígenas, la condición étnica, las relaciones interétnicas, el colonialismo interno, las condiciones de vida de las poblaciones rurales, los pueblos indios, los grupos originales en África, los conflictos fronterizos, el arte, las culturas populares y los movimientos sociales. De este abanico temático, Stavenhagen produjo obras germinales como: *Las clases sociales en las sociedades agrarias* (1969, Siglo XXI), *Sociología y desarrollo* (1972, Editorial Nuestro Tiempo), *Problemas étnicos y campesinos* (1980, Instituto Nacional Indigenista), *Derecho indígena y derechos humanos en América Latina* (1988, El Colegio de México), *Conflictos étnicos*

¹ El Colegio de la Frontera Norte.

* Autor para correspondencia: jmvalen@colef.mx

y *Estado nacional* (2000), *La cuestión étnica* (2001, El Colegio de México), *Racism and Public Policy* (2005, McMillan, coedición) y *Los pueblos indígenas y sus derechos* (2008, UNESCO), entre otras publicaciones, algunas de ellas canónicas en el debate latinoamericano, como sus *Siete tesis equivocadas sobre América Latina* (1965) y sus aportaciones teóricas sobre Colonialismo Interno, que nos permitieron avanzar en la discusión del orden colonial latinoamericano.

Rodolfo Stavenhagen tuvo amplia participación en actividades relacionadas con la defensa de los derechos humanos, donde destaca su función de Relator Especial para los Derechos Humanos y Libertades Fundamentales de los Indígenas de la ONU (2002-2008) y su apoyo a las culturas populares como Director General de Culturas Populares de la SEP (1977-1979). Asimismo, ha sido presidente de la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO) (1975-1987) y miembro del Comité Directivo del Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales (CLACSO) (1968-1976).

Cuando uno conversaba con Rodolfo Stavenhagen los temas más complejos o complicados

se tornaban inteligibles, tanto por su amplio acervo de conocimiento, como por la disposición generosa con la que transmitía sus posiciones. Hace ya varios años, conversando con Carlos Monsiváis sobre aspectos, personajes y amistades que fueron referentes en su juventud, me comentaba que para él Rodolfo Stavenhagen representaba un ejemplo a seguir, destacando su solvencia intelectual. Monsiváis reconocía la formación políglota de Stavenhagen, además de su sólida y actualizada formación académica que le permitía colocarse de manera solvente en las discusiones teóricas y en los debates sobre acontecimientos de México y de otros lugares del mundo.

El agudo tino monsvaisiano, que no hacía concesiones gratuitas, nos ofrece un código de apreciación, interpretación y lectura sobre Rodolfo Stavenhagen y su obra; pues sin duda, al paso de varias generaciones, Stavenhagen continúa siendo un ejemplo a seguir, un ejemplo del cual tenemos mucho que aprender, un ejemplo del intelectual que asume que el trabajo de investigación debe buscar un cambio que haga mejor y más justo el mundo en que vivimos.

Álgebra abstracta: de grupos a preliminares de la Teoría de Galois

Pérez Terrazas, J. E. y Guerrero Lara, E. *Álgebra abstracta: de grupos a preliminares de la Teoría de Galois*. Mérida, Yucatán: Editorial de la Universidad Autónoma de Yucatán, 2010, 132 pp., ISBN 978-607-7573-43-2.

Jorge Eduardo Macías Díaz^{1*}

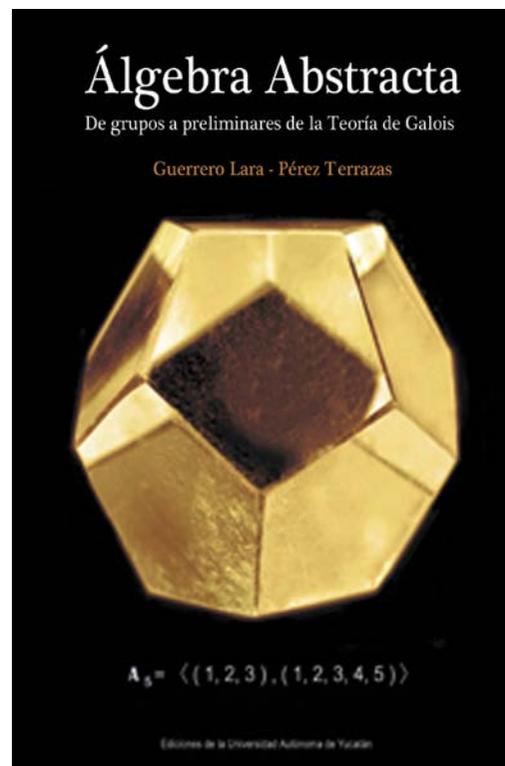
Macías Díaz, J. E. *Álgebra abstracta: de grupos a preliminares de la Teoría de Galois*. Reseña. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*. Número 69: 98-99, septiembre-diciembre 2016.

Álgebra abstracta: de grupos a preliminares de la Teoría de Galois es un tratado de álgebra moderna que abarca desde el mismo preámbulo de las estructuras algebraicas (monooides, semigrupos) hasta las teorías de grupos y anillos, las extensiones de campos y la Teoría de Galois. Los temas propuestos pueden ser dictados holgadamente en un par de semestres, lo que da una oportunidad interesante para resolver ejercicios dentro del aula de clase. Por su temario, por la seriación de los contenidos y el nivel de profundidad de los mismos, este libro es un auxiliar idóneo para cursos introductorios de álgebra abstracta en cualquier licenciatura en matemáticas del país.

En este libro de texto, los autores han propuesto listas de ejercicios para ser resueltos en el salón de clase. Desde mi punto de vista, el contar con estos problemas abre muchas oportunidades para implementar estrategias de aprendizaje en el aula e, incluso, de autoaprendizaje. Los ejercicios varían en su complejidad (desde aquellos que se resuelven inmediatamente aplicando definiciones y teoremas, hasta los que requieren de cierto ingenio y madurez matemática). Afortunadamente, aquellos que no son lo suficientemente obvios cuentan con un bosquejo de solución.

Otra cualidad del libro es la extensa lista de ejercicios propuestos que aparecen en cada sección. Nuevamente, los ejercicios varían en su complejidad, pero esta variabilidad da pie a la posibilidad de que los estudiantes refuercen la

comprensión de definiciones y resultados, y que desarrollen agudeza matemática en la resolución de problemas algebraicos. Algunos de dichos problemas consisten en establecer afirmaciones que se postularon sin demostración en el texto; de tal manera, estos ejercicios dan continuidad al libro en su conjunto. Otros problemas son empleados ulteriormente en el desarrollo del curso. Claramente, esta práctica muestra al estudiante el valor



Portada del libro *Álgebra abstracta: de grupos a preliminares de la Teoría de Galois*.

¹ Departamento de Matemáticas y Física, Centro de Ciencias Básicas, Universidad Autónoma de Aguascalientes.

* Autor para correspondencia: jemacias@correo.uaa.mx

pragmático de resolver los ejercicios propuestos, e impulsa al lector a tratar de demostrarlos.

A la luz de este libro, la presentación del álgebra es amena y atractiva. En efecto, la clasificación rigurosa de párrafos en 'definiciones', 'lemas', 'teoremas', 'corolarios', 'ejemplos', 'observaciones', 'demostración', etcétera, proporciona al estudiante la conveniencia de asignar un sentido utilitario a cada porción de texto. Sin embargo, este formalismo matemático nunca se torna tedioso o aburrido. Ello se debe a que los autores parecieran llevar al lector de la mano en su discurso. De hecho, pareciese que son los autores mismos quienes saltan de las páginas y, con lujo de argumentos elocuentes, muestran la belleza del rigor propio de las verdaderas matemáticas. Como ejemplo, podemos citar los párrafos que preceden al teorema de Cayley, en los cuales los autores proporcionan la demostración del teorema sin mencionarlo abiertamente al lector.

Por otra parte, con el fin de determinar más objetivamente las bondades de este libro, es conveniente compararlo con textos clásicos del área. Para ello, habremos de referirnos a algunos de los libros que se citan en la bibliografía (la cual, quepa mencionar, es vasta y completa). Por ejemplo, comparado con los libros clásicos de Fraleigh, de Herstein, de Hungerford, de Jacobson o de Rotman, *Álgebra abstracta: de grupos a preliminares de la Teoría de Galois* es un tratado más moderno en cuanto a su

desarrollo temático, a su notación y exposición. En particular, *Herstein*, *Jacobson* y *Fraleigh* adolescen de una exposición concisa a la luz del formalismo de las matemáticas actuales. Desafortunadamente, muchos de los libros tradicionales fueron textos extraordinarios hasta finales del siglo pasado. Sin embargo, en la alborada del siglo XXI se han ido tornando obsoletos.

Otra de las virtudes de *Álgebra abstracta: de grupos a preliminares de la Teoría de Galois* es que ha sido escrito pensando en estudiantes de licenciatura. Los libros arriba mencionados, particularmente el *Hungerford*, el *Jacobson* y el *Rotman*, fueron diseñados teniendo en mente a estudiantes de posgrado en matemáticas puras. Si bien dichos libros brindan tratados más profundos en algunos temas, también es cierto que requieren cierta formación matemática en el lector más allá del nivel de licenciatura. No olvidemos, por ejemplo, que *Hungerford* no demuestra sus teoremas a completamente: sólo proporciona bosquejos de demostraciones para que el lector escriba los detalles restantes.

En resumen, este lector ha encontrado en el libro *Álgebra abstracta: de grupos a preliminares de la Teoría de Galois* una obra que merece ser difundida entre las carreras de licenciatura del país, y empleada como libro de texto en cursos de álgebra abstracta.

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

Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes es una revista arbitrada, científica y multidisciplinaria; editada y distribuida cuatrimestralmente por el Departamento de Apoyo a la Investigación, de la Dirección General de Investigación y Posgrado de la Universidad Autónoma de Aguascalientes.

Esta revista contribuye con la difusión del conocimiento científico y tecnológico generado por investigadores de la región, nacionales y extranjeros mediante la publicación de artículos de investigación, revisiones científicas, notas científicas, reseñas de libros y obituarios. Su misión es fomentar la colaboración multidisciplinaria e interinstitucional que favorezca el desarrollo de la investigación, promueva la publicación de sus resultados y la formación de una cultura científica en la población lectora.

Tiene como objetivo principal: difundir, comunicar y divulgar el conocimiento científico y tecnológico, así como promover el desarrollo de la investigación y la producción científica con estándares de calidad en el ámbito local, nacional e internacional a través de la publicación de artículos originales y de difusión.

Está dirigida a estudiantes de licenciatura, ingenierías y posgrados, profesionistas de las diversas disciplinas, profesores e investigadores y público interesado en la investigación científica y el desarrollo tecnológico. Se distribuye en instituciones de educación superior, centros de investigación, bibliotecas y organismos del sector público. Cuenta con convenios de intercambio bibliotecario, como: México-USA, COMPAB, REBCO y REMBA. A nivel internacional la revista se difunde por medio de los índices en los que está citada: Índice de Revistas de Divulgación Científica y Tecnológica del CONACYT, Actualidad Iberoamericana, IRESIE, LATINDEX, PERIÓDICA y REDALYC, y en las bases de datos: DIALNET, HELA, ULRICH'S *Periodicals Directory*, Informe Académico y EBSCO.

El primer número se publicó en el año de 1990 y hasta el momento se han editado más de 60. En su estructura considera tres secciones: 1) *Editorial*, que incluye el Directorio, un Consejo Editor y un Comité Editorial de distinguida trayectoria, y el grupo editor. 2)

Artículos científicos, inéditos y originales. 3) *Reseñas de libros y obituarios*, todos relacionados con las Ciencias Agropecuarias, Ciencias Naturales y Exactas, Ciencias de la Salud, Ingenierías y Tecnologías, así como con las Ciencias Económicas, Sociales y Humanidades.

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

Criterios para publicar

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

Tipos de publicaciones

Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes acepta artículos originales: de investigación, revisiones científicas, y notas científicas; asimismo, reseñas de libros y obituarios; sin embargo, se da prioridad al primer género de tal manera que integrarán el 75% del contenido de cada número y el 25% corresponderá para el segundo género.

Artículo de investigación: informa los resultados de una investigación, cuyo tema queda comprendido en alguna de las áreas del conocimiento anteriormente indicadas y es de interés científico por su relevancia.

Artículo de revisión científica: resume y analiza un tema científico de importancia, es una revisión de la literatura y del estado actual de un campo de investigación, que ofrece una evaluación crítica del tema.

Nota científica: es un artículo corto de un tema relevante, novedoso y actual, de ciencia y tecnología que describe o explica un hallazgo y por su mérito científico amerita una rápida publicación. Pueden incluirse resultados relevantes que se quieren difundir de forma rápida y no detallada, con información concluyente, pero insuficiente para su análisis en extenso.

Reseña de libro: narra o describe de manera breve y clara la evaluación o crítica constructiva de una obra literaria o científica que se ha publicado en los tres años anteriores a la fecha de publicación de la reseña.

Obituario: describe la vida y obra de una persona fallecida con aportaciones relevantes a la ciencia.

Estructura del contenido

Artículo de investigación

No deberá ser menor de cinco ni mayor de 15 cuartillas, incluyendo las ilustraciones. En algunos casos se podrá acordar con el editor una extensión mayor, no sin antes valorar la importancia de dicha ampliación. Los manuscritos deberán incluir los siguientes elementos (si de acuerdo a la temática no es posible cumplirlos se deberá justificar, en su caso podrán aceptarse ensayos con una aportación crítica, analítica y documentada):

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

Nombre(s) del/los autor(es). Presentar en primer orden el nombre completo del autor principal y posteriormente los demás autores (sin grado académico), agregando al pie de página para cada uno su adscripción (departamento, dependencia e institución) y correo electrónico. Seleccionar un autor para correspondencia.

RESUMEN. Deberá ser un sólo párrafo que sintetice el propósito del trabajo y reúna las principales

aportaciones del artículo en un máximo de 150 palabras, sin subdivisiones y sin citas bibliográficas. Esta sección se iniciará con la palabra **Resumen** al margen izquierdo, con letras negritas y sin punto. Todo manuscrito debe incluir una versión en Inglés del resumen (*abstract*).

Palabras clave. Incluir seis palabras clave relacionadas con el contenido del trabajo, escritas en Español y su versión en Inglés (*keywords*).

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

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

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

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

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

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

Publicación impresa

De libro:

AUTOR (ES) comenzando con el apellido e iniciales del nombre en mayúsculas. *Título (en cursivas)*. Volumen, edición. País: Editorial, páginas, año.

De publicación periódica:

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

Publicación electrónica

De libro:

AUTOR (ES) comenzando con el apellido e iniciales del nombre en mayúsculas. *Título (en cursivas)*. Volumen, edición. País: Editorial, páginas, año. De: URL, fecha de consulta. doi: xx.xxxxxxxx.

De publicación periódica:

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

Sólo en caso de contar con el número DOI, será suficiente con colocar éste y omitir el URL.

Citas en texto

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

Tablas y Figuras. Deberán colocarse en el lugar que les corresponde a lo largo del artículo, serán numeradas consecutivamente utilizando números arábigos y estar referidas en el texto.

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

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

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

En las figuras —se consideran así tanto gráficas como fotografías y mapas—, utilizar mayúsculas y minúsculas con tipografía Arial 8-10 pts. El tamaño máximo de la figura incluyendo leyendas, será de 12 cm de longitud y 16 cm de ancho, el mínimo permitido será de 6 cm de longitud y 8 cm de ancho.

Se debe explicar claramente en la parte superior de cada tabla y al pie de cada figura el contenido de las mismas en *cursiva*.

Artículo de revisión científica

No deberá ser menor de cinco ni mayor a 15 cuartillas. Debe incluir título en Español y su versión en inglés, nombre de los autores y sus datos de adscripción incluyendo correo electrónico a pie de página, resumen (*abstract*) y palabras clave (*keywords*) en Español y en Inglés, texto del artículo considerando: introducción al tema (incluyendo por qué el problema es de interés), desarrollo del trabajo con una discusión académica, conclusión y un apartado de referencias. El contenido del artículo puede estar subdividido cuidando que exista una conexión entre los apartados. La literatura citada, fotografías, figuras y tablas seguirán el mismo formato que en los artículos de investigación.

Nota científica

No deberá ser mayor a cinco cuartillas. Debe incluir título en Español y su versión en Inglés, nombre de los autores y sus datos de adscripción incluyendo correo electrónico a pie de página, resumen (*abstract*) y palabras clave (*keywords*) en español y su versión en Inglés. El texto deberá escribirse de continuo y sin espacio extra entre los párrafos. La literatura citada, fotografías, figuras y tablas seguirán el mismo formato que en los artículos de investigación.

Reseña de libro

No deberá ser mayor a dos cuartillas. Debe incluir identificación del autor y su obra: nombre del autor, título de la obra, lugar de publicación, editorial, fecha de edición, número de páginas e ISBN; resumen o descripción del texto o contenido, señalando las partes en que está integrado, crítica y conclusión, literatura, fotografías, ilustraciones o gráficas y otros recursos o datos relevantes que lo particularizan como exponente y autoridad en la materia.

Obituario

No deberá ser mayor a dos cuartillas. Debe incluir nombre del autor y sus datos de adscripción incluyendo correo electrónico a pie de página, texto del artículo considerando una introducción que incluya nombre de la persona recordada, fecha y lugar de nacimiento y muerte, una breve biografía, aportaciones científicas y académicas relevantes en la ciencia y una reflexión.

Características de la revisión de artículos

1. El editor se reserva el derecho de devolver a los autores los artículos que no cumplan con los criterios para su publicación.
2. Todos los trabajos son sometidos a un arbitraje de doble ciego a cargo de la Cartera de Árbitros que integra la revista, la cual está compuesta por miembros del SNI o investigadores expertos en el área de los artículos, pertenecientes a instituciones de investigación reconocidas a nivel nacional e internacional. Cada trabajo es revisado por al menos dos evaluadores, especificando en el dictamen si se acepta el artículo intacto, con modificaciones o si definitivamente se rechaza. En caso de contar con resultados discrepantes, se enviará el trabajo a un tercer evaluador, cuyo resultado será definitivo e inapelable.
3. El editor dará a conocer al autor contacto el resultado del arbitraje a través del formato "Observaciones"; si el trabajo es aceptado con modificaciones, el autor deberá atenderlas en un plazo no mayor a 10 días hábiles y enviará nuevamente al editor el original y el archivo electrónico del artículo junto con un **archivo de respuesta a dichas observaciones** en formato Word. El archivo consiste en una explicación detallada de las modificaciones realizadas tomando en cuenta todas y cada una de las observaciones señaladas por los evaluadores. Incluir el comentario del evaluador y su correspondiente acción o respuesta del autor. No es necesario incluir en este archivo las anotaciones realizadas por los evaluadores sobre el artículo.
4. Cuando el autor demore más de 30 días en responder a las sugerencias de los evaluadores, el artículo no será considerado para publicarse en el siguiente número de la revista.
5. El editor informará al autor contacto en su caso, el avance de su trabajo en el proceso de dictaminación, del rechazo, o la fecha de publicación del mismo.
6. La revista se reserva el derecho de adelantar o posponer los artículos aceptados con el fin de

dar una mejor estructura a cada número de acuerdo a la política editorial.

7. Una vez que el artículo haya sido aceptado, pasará a una revisión de estilo y forma, para su versión definitiva. Se enviarán pruebas de impresión en formato PDF al autor contacto y serán devueltas al editor dos días después de haber sido recibidas. Si las pruebas no se entregan a tiempo, el artículo se publicará sin las correcciones correspondientes.
8. Los artículos presentados son responsabilidad total del autor (o los autores) y no reflejan necesariamente el criterio de la Universidad Autónoma de Aguascalientes, a menos que se especifique lo contrario.

Indicaciones para los autores

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

Especificaciones de envío

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

El envío del artículo puede realizarse mediante dos vías:

- a) **Mensajería o entrega personal** en la Dirección General de Investigación y Posgrado, en un sobre cerrado dirigido a Guadalupe Ruiz Cuéllar editora de la revista, el cual deberá contener artículo impreso, archivos del artículo e ilustraciones, resumen curricular del primer autor y datos del autor contacto.

- b) **Correo electrónico** dirigido a la editora de la revista, a través de revistaiyc@correo.uaa.mx que contenga archivos adjuntos (*attachment*) con el artículo, las ilustraciones, resumen curricular del primer autor y datos del autor contacto.

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

Revista *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*

Dirección General de Investigación y Posgrado
Departamento de Apoyo a la Investigación
Av. Universidad núm. 940, C.U.,
Edificio 1-B, segundo piso.
C.P. 20131, Aguascalientes, Ags.
Teléfono/Fax (449) 910-74-42

Correo electrónico: revistaiyc@correo.uaa.mx
www.uaa.mx/investigacion/revista/