

Fertilización foliar en la
calidad de tallos de
lisianthus
(*Eustoma grandiflorum* (raf.) Shinnners.)
'flamenco purple'
pág. 77

Año 13 • Volumen 13 • Número 3 • marzo, 2020

- | | |
|--|----|
| Relaciones genéticas en muestras de razas mexicanas de maíz (<i>Zea mays</i> L.) | 3 |
| Evaluación de rastrojo de maíz (<i>Zea mays</i> L.) tratado con urea como una alternativa en la suplementación de vacas lecheras en sistemas de producción de leche en pequeña escala | 11 |
| Innovación agroindustrial del agave (<i>Agave tequilana</i> Weber var. azul): valoración financiera para la obtención de inulina | 19 |
| Aislamiento y eficiencia de levaduras nativas de tinas fermentadoras para maguey (<i>Agave cupreata</i> Trel. & Berger) | 25 |
| Análisis costo-beneficio de la postoplasia en toros para su reingreso a programas reproductivos en empresas de producción bovina | 31 |
| Agronegocios: ¿Qué piensan los jóvenes egresados de escuelas y facultades de negocios en México sobre el emprendimiento en el sector agropecuario? | 37 |

y más artículos de interés...

CONTENIDO

3	Genetic relationships in accessions of mexican maize races (<i>Zea mays</i> L.) / Relaciones genéticas en muestras de razas mexicanas de maíz (<i>Zea mays</i> L.)
11	Evaluation of urea treated maize straw (<i>Zea mays</i> L.) as a feeding strategy for dairy cows in small-scale dairy systems / Evaluación de rastrojo de maíz (<i>Zea mays</i> L.) tratado con urea como una alternativa en la suplementación de vacas lecheras en sistemas de producción de leche en pequeña escala
19	Agroindustrial agave innovation (<i>Agave tequilana</i> Weber var. Blue): financial assessment for the obtaining of inulin / Innovación agroindustrial del agave (<i>Agave tequilana</i> Weber var. azul): valoración financiera para la obtención de inulina
25	Isolation and efficiency of native yeasts from fermentation vats for maguey (<i>Agave cupreata</i> Trel. & Berger) / Aislamiento y eficiencia de levaduras nativas de tinas fermentadoras para maguey (<i>Agave cupreata</i> Trel. & Berger)
31	Cost-benefit analysis of post-postplasty in bulls for re-entry into reproductive programs in bovine production companies / Análisis costo-beneficio de la postioplastia en toros para su reingreso a programas reproductivos en empresas de producción bovina
37	Agribusiness: What do young graduates of schools and business faculties in Mexico think about entrepreneurship in the agricultural sector? / Agronegocios: ¿Qué piensan los jóvenes egresados de escuelas y facultades de negocios en México sobre el emprendimiento en el sector agropecuario?
47	Socioeconomic characteristics of the habanero chili (<i>Capsicum chinense</i> Jacq) producers, in Campeche, Mexico / Características socioeconómicas de los productores de chile habanero (<i>Capsicum chinense</i> Jacq), en Campeche, México
55	Recent evolution of pecan nut (<i>Carya illinoensis</i> (Wangenh) Koch) production in Chihuahua, Mexico / Evolución reciente de la producción de nuez pecanera (<i>Carya illinoensis</i> (Wangenh) Koch) en Chihuahua, México
65	Consumption and purchase intention of amaranth (<i>Amaranthus</i> spp.) in Mexico; an ancestral grain with functional properties / Consumo e intención de compra de amaranto (<i>Amaranthus</i> spp.) en México; un grano ancestral con propiedades funcionales
71	SIAL approach to implement a quality seal for red vigor organic tuna (<i>Opuntia ficus-indica</i> L. Mill.) / Enfoque SIAL para implementar un sello de calidad en la tuna orgánica rojo vigor (<i>Opuntia ficus-indica</i> L. Mill.)
77	Foliar fertilization in the quality of lisianthus (<i>Eustoma grandiflorum</i> (raf.) Shinners.) 'Flamenco purple' stems / Fertilización foliar en la calidad de tallos de lisianthus 'flamenco purple' (<i>Eustoma grandiflorum</i> (raf.) Shinners.)

Comité Científico

Dr. Giuseppe Colla
University of Tuscia, Italia
ORCID: 0000-0002-3399-3622

Dra. Magaly Sánchez de Chial
Universidad de Panamá, Panamá
ORCID: 0000-0002-6393-9299

Dra. Maritza Escalona
Universidad de Ciego de Ávila, Cuba
ORCID: 0000-0002-8755-6356

Dr. Kazuo Watanabe
Universidad de Tsukuba, Japón
ORCID: 0000-0003-4350-0139

Dra. Ryoko Machida Hirano
Organización Nacional de Investigación en Agricultura y Alimentación (NARO-Japón)
ORCID: 0000-0002-7978-0235

Dr. Ignacio de los Ríos Carmenado
Universidad Politécnica de Madrid, España
ORCID: 0000-0003-2015-8983

Dra. María de Lourdes Arévalo Galarza
Colegio de Postgraduados, México
ORCID: 0000-0003-1474-2200

Dra. Libia Iris Trejo Téllez
Colegio de Postgraduados, México
ORCID: 0000-0001-8496-2095

Comité Editorial

Dr. Rafael Rodríguez Montessoro[†] — *Director Fundador*
Dr. Jorge Cadena Iñiguez — *Editor en Jefe*
Dr. Fernando Carlos Gómez Merino — *Editor de sección*
Dr. Ángel Bravo Vinaja — *Curador de metadatos*
M.A. Ana Luisa Mejía Sandoval — *Asistente*
M.C. María Isabel Iñiguez Luna — *Asistente*
M.C. Valeria Abigail Martínez Sias — *Diagramador*
Lic. Hannah Infante Lagarda — *Filólogo*
Biól. Valeria J. Gama Ríos — *Traductor*
Téc. Mario Alejandro Rojas Sánchez — *Diseñador*

Directrices para Autores/as

Naturaleza de los trabajos: Las contribuciones que se reciban para su eventual publicación deben ser resultados originales derivados de un trabajo académico de alto nivel sobre los tópicos presentados en la sección de temática y alcance de la revista.

Extensión y formato: Los artículos deberán estar escritos en procesador de textos, con una extensión de 15 cuartillas, tamaño carta con márgenes de 2.5 centímetros, Arial de 12 puntos, interlineado doble, sin espacio entre párrafos. Las páginas deberán estar foliadas desde la primera hasta la última en el margen inferior derecho. La extensión total incluye abordaje textual, bibliografía, gráficas, figuras, imágenes y todo material adicional. Debe evitarse el uso de sangría al inicio de los párrafos. Las secciones principales del artículo deberán escribirse en mayúsculas, negritas y alineadas a la izquierda. Los subtítulos de las secciones se escribirán con mayúsculas sólo la primera letra, negritas y alineadas a la izquierda.

Exclusividad: Los trabajos enviados a Agro Productividad deberán ser inéditos y sus autores se comprometen a no someterlos simultáneamente a la consideración de otras publicaciones; por lo que es necesario adjuntar este documento: Carta de originalidad.

Frecuencia de publicación: Cuando un autor ha publicado en la revista como autor principal o de correspondencia, deberá esperar tres números de ésta para publicar nuevamente como autor principal o de correspondencia.

Idiomas de publicación: Se recibirán textos en español con títulos, resúmenes y palabras clave en español e inglés.

ID Autores: El nombre de los autores se escribirán comenzando con el apellido o apellidos unidos por guion, sólo las iniciales del nombre, separados por comas, con un índice progresivo en su caso. Es indispensable que todos y cada uno de los autores proporcionen su número de identificador normalizado ORCID, para mayor información ingresar a (<https://orcid.org>).

Institución de adscripción: Es indispensable señalar la institución de adscripción y país de todos y cada uno de los autores, indicando exclusivamente la institución de primer nivel, sin recurrir al uso de siglas o acrónimos. Se sugiere recurrir al uso de la herramienta wayta (<http://wayta.scielo.org/>) de Scielo para evitar el uso incorrecto de nombres de instituciones.



Año 13, Volumen 13, Número 3, marzo 2020, Agro productividad es una publicación mensual editada por el Colegio de Postgraduados. Carretera México- Texcoco Km. 36.5, Montecillo, Texcoco, Estado de México. CP 56230. Tel. 5959284427. www.colpos.mx. Editor responsable: Dr. Jorge Cadena Iñiguez. Reservas de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2017-031313492200-203. ISSN: 2594-0252, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este número, M.C. Valeria Abigail Martínez Sias. Fecha de última modificación, 31 de marzo de 2020.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación.

Contacto principal

8 Jorge Cadena Iñiguez
📍 Guerrero 9, esquina avenida Hidalgo, C.P. 56220, San Luis Huexotla, Texcoco, Estado de México.
✉ agroproductividadeditor@gmail.com

Contacto de soporte

8 Soporte
☎ 01(595) 928 4703
✉ agroproductividadesoporte@gmail.com

Es responsabilidad del autor el uso de las ilustraciones, el material gráfico y el contenido creado para esta publicación.

Las opiniones expresadas en este documento son de exclusiva responsabilidad de los autores, y no reflejan necesariamente los puntos de vista del Colegio de Postgraduados, de la Editorial del Colegio de Postgraduados, ni de la Fundación Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas.

Anonimato en la identidad de los autores: Los artículos no deberán incluir en ni en cuerpo del artículo, ni en las notas a pie de página ninguna información que revele su identidad, esto con el fin de asegurar una evaluación anónima por parte de los pares académicos que realizarán el dictamen. Si es preciso, dicha información podrá agregarse una vez que se acredite el proceso de revisión por pares.

Estructura de los artículos: Los artículos incluirán los siguientes elementos: Título, title, autores y adscripción, abstract, keywords, resumen, palabras clave, introducción, objetivos, materiales y métodos, resultados y discusión, conclusiones y literatura citada en formato APA.

Título: Debe ser breve y reflejar claramente el contenido, deberá estar escrito en español e inglés. Cuando se incluyan nombres científicos deben escribirse en itálicas. No deberá contener abreviaturas ni exceder de 20 palabras, se usará solo letras mayúsculas, en negritas, centrado y no llevará punto final.

Resumen y Abstract: Deberá integrarse un resumen en inglés y español (siguiendo ese orden), de máximo 250 palabras, donde se destaque obligatoriamente y en este orden: a) objetivo; b) diseño / metodología / aproximación; c) resultados; d) limitaciones / implicaciones; e) hallazgos/ conclusiones. El resumen no deberá incluir citas, referencias bibliográficas, gráficas ni figuras.

Palabras clave y Keywords: Se deberá incluir una lista de 3 a 5 palabras clave en español e inglés que permitan identificar el ámbito temático que aborda el artículo.

Introducción: Se asentará con claridad el estado actual del conocimiento sobre el tema investigado, su justificación e importancia, así como los objetivos del trabajo. No deberá ser mayor a dos cuartillas.

Materiales y Métodos: Se especificará cómo se llevó a cabo la investigación, incluyendo el tipo de investigación, diseño experimental (cuando se traten de investigaciones experimentales), equipos, substancias y materiales empleados, métodos, técnicas, procedimientos, así como el análisis estadístico de los datos obtenidos.

Resultados y Discusión: Puede presentarse en una sola sección. En caso de presentarse de forma separada, la discusión debe enfocarse a comentar los resultados (sin repetirlos), en términos de sus características mismas, su congruencia con la hipótesis planteada y sus semejanzas o diferencias con resultados de investigaciones similares previamente realizadas.

Conclusiones: Son la generalización de los resultados obtenidos; deben ser puntuales, claras y concisas, y no deben llevar discusión, haciendo hincapié en los aspectos nuevos e importantes de los resultados obtenidos y que establezcan los parámetros finales de lo observado en el estudio.

Agradecimientos: Son opcionales y tendrán un máximo de tres renglones para expresar agradecimientos a personas e instituciones que hayan contribuido a la realización del trabajo.

Cuadros: Deben ser claros, simples y concisos. Se ubicarán inmediatamente después del primer párrafo en el que se mencionen o al inicio de la siguiente cuartilla. Los cuadros deben numerarse progresivamente, indicando después de la referencia numérica el título del mismo (Cuadro 1. Título), y se colocarán en la parte superior. Al pie del cuadro se incluirán las aclaraciones a las que se hace mención mediante un índice en el texto incluido en el cuadro. Se recomienda que los cuadros y ecuaciones se preparen con el editor de tablas y ecuaciones del procesador de textos.

Uso de siglas y acrónimos: Para el uso de acrónimos y siglas en el texto, la primera vez que se mencionen, se recomienda escribir el nombre completo al que corresponde y enseguida colocar la sigla entre paréntesis. Ejemplo: Petróleos Mexicanos (Pemex), después sólo Pemex.

Elementos gráficos: Corresponden a dibujos, gráficas, diagramas y fotografías. Deben ser claros, simples y concisos. Se ubicarán inmediatamente después del primer párrafo en el que se mencionen o al inicio de la siguiente cuartilla. Las figuras deben numerarse

progresivamente, indicando después de la referencia numérica el título del mismo (Figura 1. Título), y se colocarán en la parte inferior. Las fotografías deben ser de preferencia a colores y con una resolución de 300 dpi en formato JPEG, TIFF O RAW. El autor deberá enviar 2 fotografías adicionales para ilustrar la página inicial de su contribución. Las gráficas o diagramas serán en formato de vectores (CDR, EPS, AI, WMF o XLS).

Unidades. Las unidades de pesos y medidas usadas serán las aceptadas en el Sistema Internacional.

Citas bibliográficas: deberán insertarse en el texto abriendo un paréntesis con el apellido del autor, el año de la publicación y la página, todo separado por comas. Ejemplo (Zheng *et al.*, 2017). El autor puede introducir dos distintos tipos de citas:

Citas directas de menos de 40 palabras: Cuando se transcriben textualmente menos de 40 palabras, la cita se coloca entre comillas y al final se añade entre paréntesis el autor, el año y la página. Ejemplo:

Alineado al Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018, (DOF, 2013), el Programa Sectorial de Desarrollo Agropecuario, Pesquero y Alimentario 2013-2018 establece "Construir un nuevo rostro del campo sustentado en un sector agroalimentario productivo, competitivo, rentable, sustentable y justo que garantice la seguridad alimentaria del país" (DOF, 2013).

Citas indirectas o paráfrasis: Cuando se interpretan o se comentan ideas que son tomadas de otro texto, o bien cuando se expresa el mismo contenido pero con diferente estructura sintáctica. En este caso se debe indicar el apellido del autor y el año de la referencia de donde se toman las ideas. Ejemplo:

Los bajos rendimientos del cacao en México, de acuerdo con Avendaño *et al.* (2011) y Hernández-Gómez *et al.* (2015); se debe principalmente a la edad avanzada de las plantaciones.

Las referencias bibliográficas: al final del artículo deberán indicarse todas y cada una de las fuentes citadas en el cuerpo del texto (incluyendo notas, fuentes de los cuadros, gráficas, mapas, tablas, figuras etcétera). El autor(es) debe revisar cuidadosamente que no haya omisiones ni inconsistencias entre las obras citadas y la bibliografía. Se incluirá en la lista de referencias sólo las obras citadas en el cuerpo y notas del artículo. La bibliografía deberá presentarse estandarizada recurriendo a la norma APA, ordenarse alfabéticamente según los apellidos del autor.

De haber dos obras o más del mismo autor, éstas se listan de manera cronológica iniciando con la más antigua. Obras de un mismo autor y año de publicación se les agregará a, b, c... Por ejemplo:

Ogata N. (2003a).
Ogata N. (2003b).

Artículo de revista:

Wang, P., Zhang, Y., Zhao, L., Mo, B., & Luo, T. (2017). Effect of Gamma Rays on *Sophora davidii* and Detection of DNA Polymorphism through ISSR Marker [Research article]. <https://doi.org/10.1155/2017/8576404>

Libro:

Turner J. (1972). Freedom to build, dweller control of the housing process. New York: Macmillan.

Uso de gestores bibliográficos: Se dará prioridad a los artículos enviados con la bibliografía gestionada electrónicamente, y presentada con la norma APA. Los autores podrán recurrir al uso de cualquier gestor disponible en el mercado (Reference Manager, Crossref o Mendeley entre otros), o de código abierto tal como Refworks o Zotero.

Genetic relationships in accessions of mexican maize races (*Zea mays* L.)

Relaciones genéticas en muestras de razas mexicanas de maíz (*Zea mays* L.)

Barrera-Guzmán Luis A.¹; Legaria-Solano Juan P.^{1*}

¹Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco de Mora, Estado de México, México. C.P. 56230.

*Autor para correspondencia: legarias.juan@yahoo.com

ABSTRACT

Objective: Characterize representative accessions of mexican maize races with ISSR molecular markers, which help to infer genetic relationships linked to their origin, morphology, ecogeographic aspects, distribution and uses.

Design/methodology/approach: 54 representative accessions of mexican maize races characterized with ten ISSR molecular markers were used. Genetic distances were calculated with the Dice coefficient and the dendrogram was generated using the hierarchical clustering method of Ward's minimum variance. To visualize the accessions in two dimensions, a Principal Coordinate Analysis was carried out with the standardized minimum variance method.

Results: In 76 loci detected, the cluster analysis with a semi-partial R^2 of 0.04 build five groups that shared phylogenetic, ecogeographic, morphoagronomic, distribution and special use characteristics. The main coordinate analysis showed 21.2% of the total variation for the first two coordinates. First main coordinate explained 12.43% of the total variation and separated the accessions by geographical location and special uses, that is, those used for breeding programs and for special culinary uses; second main coordinate explained 8.77% of the total variation and separated the samples by altitudinal ranges and biological cycle.

Limitations on study/implications: Only one representative accession was used for each maize race, considering the genetic variability of this crop, more accessions of the same race should be included.

Findings/conclusions: Genetic relationships between race accessions are due to altitudinal and geographical patterns; although some groupings shared phylogenetic, morpho-agronomic, distribution and use aspects.

Keywords: Genetic variability, plant genetic resources, molecular characterization, integral classification.

RESUMEN

Objetivo: Caracterizar muestras representativas de razas mexicanas de maíz con marcadores moleculares ISSR, que ayuden a inferir relaciones genéticas vinculadas a su origen, morfología, aspectos ecogeográficos, distribución y usos.

Diseño/metodología/aproximación: Se emplearon 54 muestras representativas de razas mexicanas de maíz caracterizadas con diez marcadores moleculares ISSR. Las distancias genéticas se calcularon con el coeficiente Dice y se generó un dendrograma con el método de agrupamiento jerárquico de varianza mínima de Ward. Para visualizar las muestras en dos dimensiones se efectuó un Análisis de Coordenadas Principales con el método de varianza mínima estandarizada.

Agroproductividad: Vol. 13, Núm. 3, marzo. 2020, pp: 3-9.

Recibido: agosto, 2019. **Aceptado:** febrero, 2020.

Resultados: En 76 loci detectados, el análisis de agrupamiento con una R^2 semiparcial de 0.04 formó cinco grupos que compartieron características filogenéticas, ecogeográficas, morfoagronómicas, de distribución y usos especiales. El análisis de coordenadas principales mostró 21.2 % de la variación total para las dos primeras coordenadas. La primera coordenada principal explicó el 12.43 % de la variación total y separó las muestras por ubicación geográfica y usos especiales; la segunda coordenada principal explicó el 8.77 % de la variación total y separó las muestras por rangos altitudinales y ciclo biológico.

Limitaciones del estudio/implicaciones: Se empleó únicamente una muestra representativa por cada raza de maíz, considerando la variabilidad genética de este cultivo se deben incluir más muestras de la misma raza.

Hallazgos/conclusiones: Las relaciones genéticas entre las muestras de razas de maíz obedecen a patrones altitudinales y geográficos; aunque algunos agrupamientos compartieron aspectos filogenéticos, morfoagronómicos, de distribución y usos.

Palabras clave: variabilidad genética, recursos fitogenéticos, caracterización molecular, clasificación integral.

Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) y de la Universidad Autónoma Chapingo, de esta última únicamente se estudiaron las muestras SCC-07, LSC-2, ROP-7142, S109093, ASV-Mich y PSP-005 (Cuadro 1).

Extracción y calidad de ADN y amplificación de fragmentos

Se recolectó material vegetal de diez individuos por muestra para realizar la extracción de ADN genómico mediante el protocolo CTAB. Para la calidad de ADN se realizó electroforesis en geles de agarosa al 0.8 % (p/v) con el amortiguador Tris-Acetate-EDTA (TAE 0.5 X) (Tris-Base, ácido acético y EDTA 0.5 M pH 8.0). Los fragmentos fueron teñidos en bromuro de etidio a 1 mg L^{-1} (p/v) y se visualizaron en un sistema de foto documentación Kodak EDAS 290. El ADN se cuantificó con el espectrofotómetro Genesys™ 10 uv (Thermo Scientific, U.S.A), posteriormente se elaboró una mezcla compuesta de ADN de los diez individuos por muestra y se diluyó a $10 \text{ ng } \mu\text{L}^{-1}$ para llevar a cabo las PCR.

Se usaron diez iniciadores ISSR con secuencias 5'-3': ISSR-7945 (GA)₉T, ISSR-P2 CT(GA)₈G, ISSR-P5 A(GA)₇G, ISSR-A8 A(GA)₇GT, ISSR-7942 (GA)₈T, ISSR-7962 A(GA)₇GC, ISSR-7940 A(GA)₆GT, ISSR-7943 A(GA)₈GC, ISSR-7956 A(GA)₂CA(GA)₄GC e ISSR-7957 A(CA)₆CG en un termociclador Techne TC-512 (Bibby Scientific, Vernon Hills, Illinois, U.S.A.). Un volumen total de $25 \mu\text{L}$: $3.2 \mu\text{L}$ de agua bidestilada estéril, $10 \mu\text{L}$ de dNTP's ($500 \mu\text{M}$), 2.5 mL de amortiguador (10X), $2 \mu\text{L}$ de MgCl_2 (50 mM), $4 \mu\text{L}$ de ADN (10 ng mL^{-1}), $3 \mu\text{L}$ de iniciador ($10 \text{ pmol } \mu\text{L}^{-1}$) y $0.3 \mu\text{L}$ de Taq ADN Polimerasa (5 U mL^{-1}) (Thermo Scientific, USA). Las condiciones de reacción fueron: a) un ciclo de desnaturalización inicial a $94 \text{ }^\circ\text{C}$

INTRODUCCIÓN

La selección artificial de teocintle (*Zea mays* spp. *parviglumis* Iltis y Doebley) originó la subespecie cultivada, el maíz (*Zea mays* spp. *mays* L.). La evidencia arqueológica apunta a México como centro de origen, domesticación y diversificación del maíz (Matsuoka *et al.*, 2002; Doebley *et al.*, 1990). La riqueza ecogeográfica y cultural de México han influenciado en la formación de una amplia variabilidad de maíces en su estructura morfológica y genética, y estos grupos se conocen como razas de maíz y tienen una importancia en el ámbito cultural y económico del país (Sánchez *et al.*, 2000). Estudios morfológicos, bioquímicos y genéticos han explicado, entre varias cosas, las relaciones genealógicas de las razas de maíz (Wellhausen *et al.*, 1951). Esto es importante ya que permite conocer indicios filogenéticos y ecogeográficos, elementos que contribuyen a maximizar el uso del germoplasma nativo destinado a estrategias de conservación y mejoramiento genético (Wellhausen *et al.*, 1951; Sánchez *et al.*, 2000). Los marcadores moleculares basados en PCR (Reacción en Cadena de la ADN Polimerasa), entre ellos las Inter-Secuencias Simples Repetidas (ISSR) diseñados por Zietkiewics *et al.* (1994), son de tipo dominante y debido al alto número de loci analizados permiten hacer estudios de estructura poblacional, diversidad genética, ecogeografía y clasificación de genotipos (Fuentes *et al.*, 2019). El objetivo de este estudio fue caracterizar 54 muestras representativas de razas mexicanas de maíz con marcadores moleculares ISSR, que ayuden a inferir relaciones genéticas vinculadas a su origen, morfología, aspectos ecogeográficos, distribución y usos, con el fin de contribuir a una clasificación integral que permita maximizar los recursos fitogenéticos de maíz.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se caracterizaron 54 muestras representativas de razas mexicanas de maíz provenientes de los bancos de germoplasma del Centro Internacional de

Cuadro 1. Muestras representativas de 54 razas de maíz caracterizadas usando marcadores moleculares ISSR.

Raza	Muestra	Altitud (msnm)	Provincia geográfica de colecta
Ancho	MORE-43	1630	Eje Neovolcánico
Apachito	CHIH-184	1428	Sierras y Llanuras del Norte
Arrocillo Amarillo	VERA-393	1494	Eje Neovolcánico
Azul	CHIH-147	2163	Sierra Madre Occidental
Blando de Sonora	SONO-117	435	Sierra Madre Occidental
Bofo	DURA-95	1403	Sierra Madre Occidental
Bolita	OAXA-180	1493	Sierra Madre del Sur
Cacahuacintle	MEXI-371	2565	Mesa Central
Celaya	GUAN-69	1786	Eje Neovolcánico
Chalqueño	MEXI-718	2534	Eje Neovolcánico
Chapalote	SINA-2	44	Llanura Costera del Pacífico
Chiquito	SCC-07	1477	Eje Neovolcánico
Comiteco	CHIS-24	644	Cordillera Centroamericana
Conejo	GUER-129	122	Sierra Madre del Sur
Cónico	MEXI-3	2666	Eje Neovolcánico
Cónico Norteño	GUAN-102	1780	Eje Neovolcánico
Coscomatepec	VERA-404	1355	Eje Neovolcánico
Cristalino de Chihuahua	CHIH-128	1435	Sierras y Llanuras del Norte
Dulce de Jalisco	LSC-2	1505	Eje Neovolcánico
Dulcillo del Noroeste	SIN-79	139	Sierra Madre Occidental
Dzit-Bacal	YUCA-145	19	Península de Yucatán
Elotero de Sinaloa	SINA-17	55	Llanura Costera del Pacífico
Elotes Chalqueños	ROP-7142	2417	Eje Neovolcánico
Elotes Cónicos	SI09093	2191	Eje Neovolcánico
Elotes Occidentales	GUAN-1	2051	Mesa Central
Gordo	CHIH-160	2062	Sierra Madre Occidental
Harinoso de Ocho	NAYA-24	8	Llanura Costera del Pacífico
Jala	NAYA-6	1089	Cordillera Costera Occidente
Motozinteco	CHIS-652	1355	Cordillera Centroamericana
Mushito	MICH-194	2457	Eje Neovolcánico
Nal-Tel	CAMP-63	11	Península de Yucatán
Nal-Tel de altura	CHIS-196	2430	Sierras de Chiapas y Guatemala
Olotillo	CHIS-599	1060	Sierras de Chiapas y Guatemala
Olotón	CHIS-238	1961	Sierras de Chiapas y Guatemala
Onaveño	SONO-184	1529	Sierra Madre Occidental
Palomero de Chihuahua	CHIH-135	2163	Sierra Madre Occidental
Palomero Toluqueño	MEXI-5	2594	Eje Neovolcánico
Pepitilla	GUER-3	1348	Cordillera Costera Occidente
Purépecha	ASV-Mich	2198	Eje Neovolcánico
Ratón	TAMA-25	484	Llanura Costera Golfo Norte
Reventador	NAYA-39	9	Llanura Costera del Pacífico
Serrano de Jalisco	JALI-173	2315	Sierra Madre Occidental
Tablilla de Ocho	ZACA-187	2183	Sierra Madre Occidental
Tabloncillo	JALI-43	878	Cordillera Costera de Occidente
Tabloncillo Perla	PSP-005	126	Sierra Madre Occidental
Tehua	CHIS-297	1539	Sierras de Chiapas y Guatemala
Tepecintle	CHIS-58	33	Cordillera Centroamericana
Tuxpeño	VERA-39	17	Llanura Costera Golfo Norte
Tuxpeño Norteño	CHIH-13	1203	Sierras y Llanuras del Norte
Uruapeño	MICH-65	1686	Eje Neovolcánico
Vandeno	CHIS-30	42	Cordillera Centroamericana
Zamorano Amarillo	JALI-518	2017	Eje Neovolcánico
Zapalote Chico	OAXA-48	19	Cordillera Centroamericana
Zapalote Grande	CHIS-236	21	Cordillera Centroamericana

durante 3 min; b) 30 ciclos a 94 °C durante 1 min, 50 °C por 1 min, 72 °C por 2 min y c) un ciclo de extensión final a 72 °C durante 10 min. Los fragmentos amplificados se separaron en electroforesis con geles de agarosa al 1.2% (p/v) a 120 V durante una hora. Para la tinción y la visualización de bandas se siguió el mismo procedimiento para comprobar la calidad de ADN. Se elaboró una matriz básica de presencia/ausencia de bandas (1, 0). Las distancias genéticas se obtuvieron acorde al coeficiente Nei (1975) con el programa GeneAEx 6.5 (Peakall y Smouse, 2012). Con la matriz de distancias genéticas se empleó el programa SAS® University Edition (2015) para generar el dendrograma con el coeficiente Nei y el método de agrupamiento jerárquico de varianza mínima de Ward. Para visualizar las muestras en dos dimensiones se efectuó un Análisis de Coordenadas Principales (ACoP),

mismo que se obtuvo con la matriz de distancias y el método de covarianza mínima estandarizada con el programa GeneAEx 6.5 (Peakall y Smouse, 2012). En ambos análisis estadísticos se realizó un remuestreo de 1000 permutaciones.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de agrupamiento mostró que a una distancia R^2 semi parcial de 0.04 se obtuvieron cinco grandes grupos (Figura 1). En cuanto a su rango de adaptación a la altitud, se clasificaron en altitudes bajas ($0 < 1000$ m), intermedias ($1000 < 1800$ m) y altas ($1800 < 2800$ m); para su ciclo biológico en materiales precoces (70-80 d a floración masculina) y tardíos (88-110 d a floración masculina) (Wellhausen *et al.*, 1951; Sánchez *et al.*, 2000).

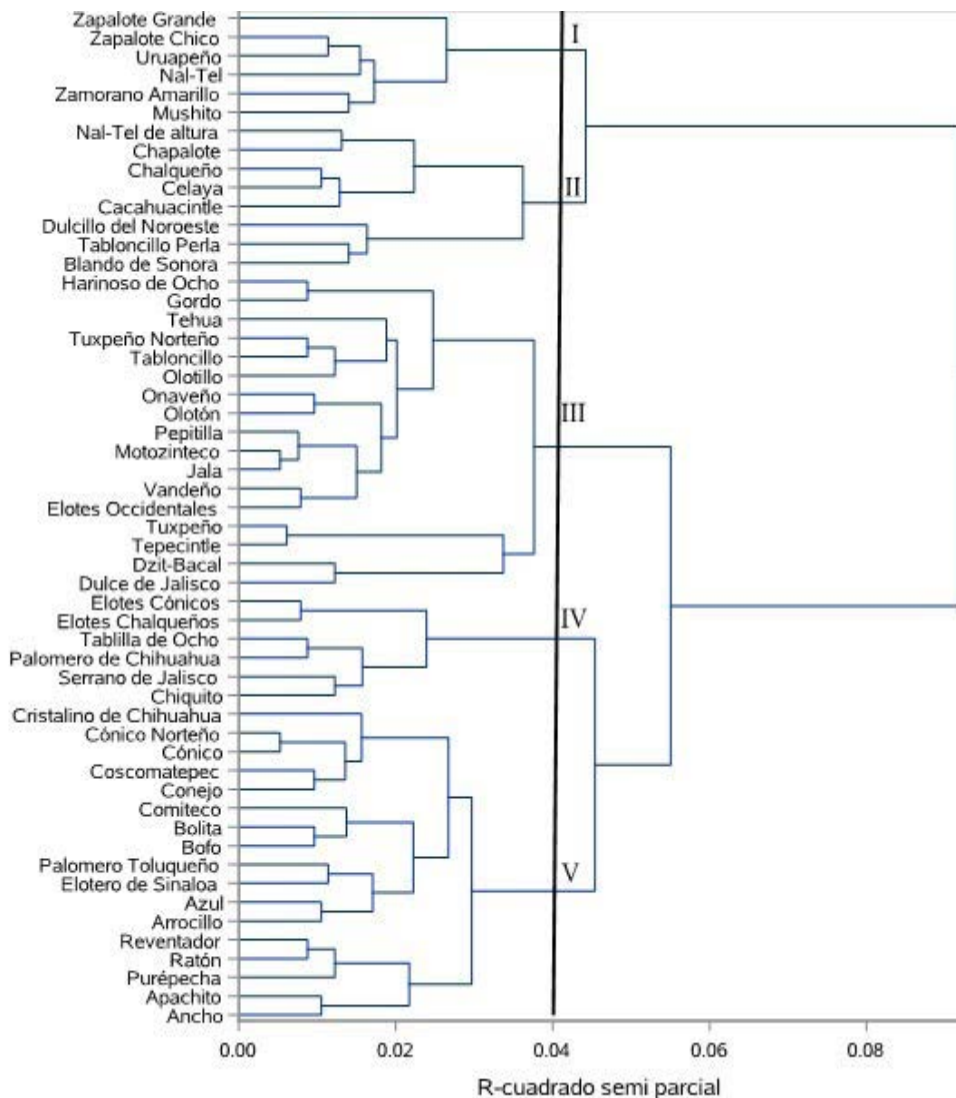


Figura 1. Dendrograma de 54 muestras de *Zea mays* L., construido con base en el coeficiente Dice y con el método de agrupamiento jerárquico de varianza mínima Ward. Los números romanos indican los grupos.

Grupo I

Estas razas tienen la peculiaridad de tener mazorcas cónicas y distribuirse en forma restringida según su zona fisiográfica de colecta. Nal-Tel, Zapalote Grande y Zapalote Chico se les puede encontrar en bajas altitudes; Uruapeño, Zamorano Amarillo y Mushito se desarrollan en intermedias y altas altitudes (Ruíz *et al.*, 2013). En este estudio las muestras de Uruapeño, Zamorano Amarillo y Mushito pertenecen al Eje Neovolcánico. Del total de las muestras recolectadas para Zamorano Amarillo y Mushito, el 60% y 40% respectivamente, han sido obtenidas de la Cordillera Costera de Occidente (Perales y Golicher, 2014). Estas razas se emplean y consumen como elotes, así como en la elaboración de tamales, tortillas, totopos, pozol, gorditas y corundas (CONABIO, 2011).

Grupo II

Chapalote es una raza antigua y es una de las precursoras en la formación de razas del norte y occidente de México (Wellhausen *et al.*, 1951). Entre ellas y dentro de este grupo, se encuentran Dulcillo del Noreste, Blando de Sonora y Tabloncillo Perla; por otra parte estas tres razas también tienen adaptación a climas semicálidos, de 20-27 °C con 500-870 mm de lluvia (Ruíz *et al.*, 2008). Nal-Tel de altura ha adquirido especialización adaptativa en altitudes altas, a tal grado de separarse considerablemente en su estructura morfológica e isoenzimática de Nal-Tel (Sánchez *et al.*, 2000). El origen de Chalqueño tiene introgresión de Cacahuacintle (Reif *et al.*, 2006). Estas razas se consumen en forma de elotes, tortillas, ponteduro, pinole, atoles (tesgüino) (CONABIO, 2011).

Grupo III

En este grupo se encuentran maíces de Ocho hileras, Dentados tropicales y Maduración tardía descritos morfológicamente por Sánchez *et al.* (2000). La raza Tepecintle derivó a Tuxpeño, y este a su vez a Tuxpeño Norteño por posibles rutas de diversificación (Kato *et al.*, 2009). Elotes Occidentales fue clasificada como una sub-raza de Harinoso de Ocho; sin embargo, en perfiles isoenzimáticos difieren significativamente (Sánchez *et al.*, 2000). Dzit-Bacal era considerada una sub-raza de Olotillo, a pesar de que son materiales tardíos, Olotillo puede distribuirse en altitudes intermedias. Dzit-Bacal y Dulce de Jalisco están muy cercanas, y ambas razas tienen mazorca cilíndrica, con distribución restringida y poco representadas en bancos de germoplasma (Perales y Golicher, 2014).

El resto de las razas poseen granos cristalinos, tales como Apachito, Azul, Cristalino de Chihuahua y Serrano de Jalisco. Harinoso de Ocho es más cercana a Gordo, posibles rutas de migración desde la Macro región Occidental de México a la Macro región Norte (Kato *et al.*, 2009) ocasionaron la introgresión de germoplasma de Harinoso de Ocho a Gordo, razón por la cual presenta los granos característicos y consistencia harinosa. La raza Tabloncillo es producto de una hibridación entre Harinoso de Ocho y Reventador (no presente en este grupo) (Wellhausen *et al.*, 1951), corroborado a su vez con marcadores moleculares microsatélite (Reif *et al.*, 2006). Tepecintle junto con Olotillo, han participado en la formación de Tuxpeño y Vandeño, éste último relacionado en la formación de Pepitilla. González *et al.* (2013) encontraron hasta 20 alelos raros en muestras conjuntas de Dzit-Bacal, Jala, Olotillo, Tepecintle, Tuxpeño y Vandeño que pueden ser incorporados a los programas de mejoramiento.

Grupo IV

Este grupo posee características morfo agronómicas en común, por ejemplo, tienen mazorca cilíndrica, granos dentados o semidentados y se desarrollan en altitudes intermedias y altas. Algunas de ellas como Palomero de Chihuahua, Serrano de Jalisco y Chiquito tienen distribución restringida y están poco representadas (Perales y Golicher, 2014). No parecen tener relaciones filogenéticas. Sus mazorcas generan buena calidad de nixtamal, atole, pozole, elote, palomitas, tortillas y pinole (CONABIO, 2011).

Grupo V

Para el grupo V, las muestras de Coscomatepec, Cónico y Cónico Norteño fueron recolectadas en el Eje Neovolcánico transversal, compartiendo la característica de granos dentados, mientras que el Cónico Norteño es una adaptación de la raza Cónico a la zona templada del norte de México; sin embargo, ambas se cultivan en altitudes intermedias y son de ciclo corto (Wellhausen *et al.*, 1951). Las muestras de estas razas pertenecen mayoritariamente a una o pocas regiones geográficas (Perales y Golicher 2014). Las razas Bofo y Bolita tienen mazorcas cilíndricas, con distribución en el occidente de México en altitudes intermedias presentando ciclo corto y son empleados por grupos humanos para usos culinarios especiales, al igual que Palomero Toluqueño, Elotero de Sinaloa, Arrocillo, Reventador y Azul (Sánchez *et al.*, 2000). Ratón

y Reventador tienen una mazorca cilíndrica y tienen adaptación a climas semicálidos y cálidos con 500-780 mm de lluvia (Ruiz *et al.*, 2008). Son materiales muy apreciados por su alta calidad para fabricar atole, tortillas, tamales, pozole, gorditas, pozol, pinole, tesgüino, esquites y tostadas (CONABIO, 2011), mientras que las muestras de Purépecha requieren más estudios de caracterización morfo genética.

Las dos primeras coordenadas principales (Figura 2) explican el 21.2% de la variación total. La primera coordenada explica el 12.43% y la segunda coordenada el 8.77%. Respecto a la coordenada 1 (Figura 2), maíces precoces del centro y norte de México tienden a ubicarse en la parte inferior; en la parte superior de la coordenada 1 se encuentran maíces precoces dentados del sur, en este mismo hemisferio muchos de estos maíces tienen usos especiales culinarios y con potencial para la industria. En función de la coordenada dos, maíces que se desarrollan en altitudes bajas e intermedias con distribución de moderada a alta, ciclo biológico corto, con granos dentados y harinosos se aglomeraron en el hemisferio izquierdo; aquellos maíces que crecen en altitudes altas del norte y suroeste de México, de ciclo tardío y con limitantes en su distribución se agruparon en el hemisferio derecho.

CONCLUSIONES

Las relaciones genéticas entre las muestras de razas de maíz con marcadores moleculares ISSR estuvieron relacionadas básicamente a patrones altitudinales y geográficos, aunque también en los agrupamientos las muestras compartieron aspectos filogenéticos, morfo agronómicos, de distribución y usos. El análisis de coordenadas principales separó las muestras de las razas por la ubicación geográfica, la altitud, el ciclo biológico y los usos. Un mayor número de muestras por razas implicaría la formación de más grupos compactados que permitirían profundizar las relaciones genéticas de las razas mexicanas de maíz.

AGRADECIMIENTOS

A los bancos de germoplasma de CIMMYT y la Universidad Autónoma Chapingo por facilitar y proporcionar las muestras de las razas de maíz bajo estudio.

LITERATURA CITADA

- CONABIO. (2011). Base de datos del proyecto global "Recopilación, generación, actualización y análisis de información acerca de la diversidad genética de maíces y sus parientes silvestres en México". Octubre de 2010. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D. F.
- Doebley, J., Stec, A., Wendel, J., & Edwards, M. (1990). Genetic and morphological analysis of a maize-teosinte F2 population:

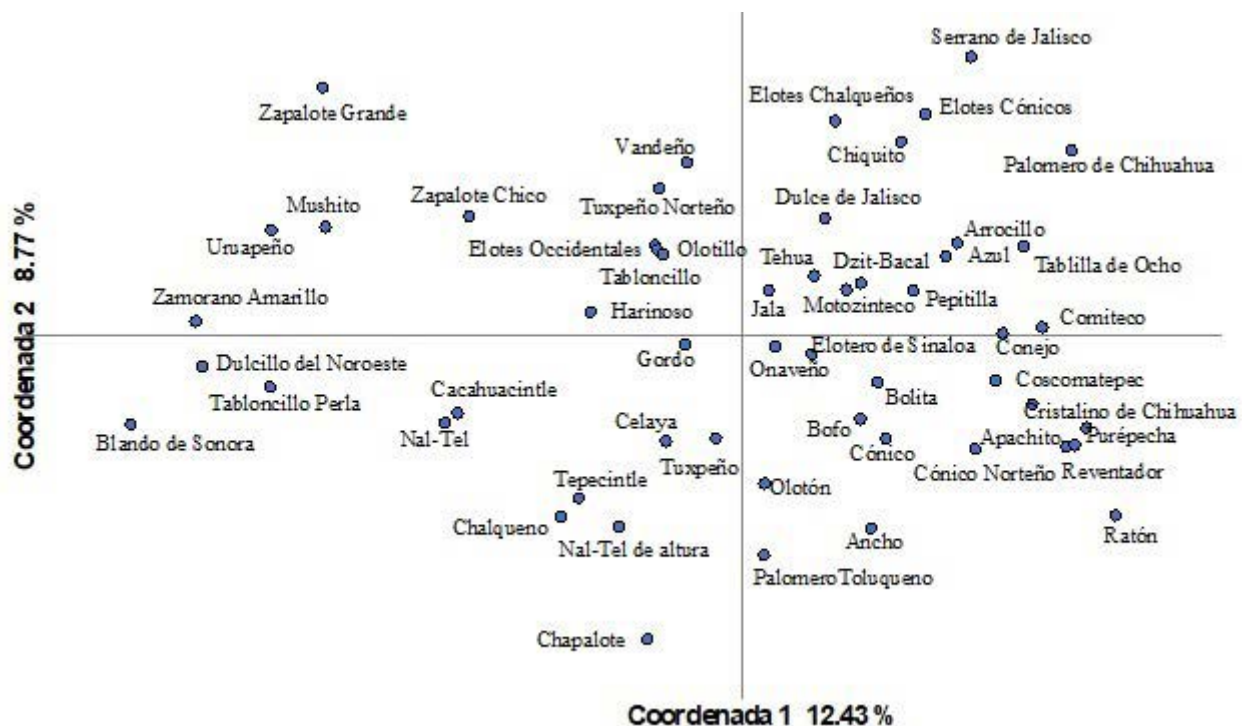


Figura 2. Análisis de coordenadas principales para las 54 muestras de razas de *Zea mays* L. con el método de covarianza mínima estandarizada con base en la matriz de distancias de Dice.

- Implications for the origin of maize. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 87: 9888-9892.
- Fuentes, A. S. L., Legaria, S. J. P., & Ramírez, H. C. (2019). Estructura genética de poblaciones de *Pinus cembroides* de la región central de México. Revista Fitotecnia Mexicana. 42: 57-65.
- González, C. M. E., Palacios, R.N., Espinosa, B.A., & Bedoya, S.C.A. 2013. Diversidad genética en maíces nativos mexicanos tropicales. Revista Fitotecnia Mexicana. 36:329-38.
- Kato, Y. T. A., Mapes, L. M., Serratos, J. A., & Bye, R. A. (2009). Origen y diversificación del maíz: Una revisión analítica. Universidad Nacional Autónoma de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad.
- Matsuoka, Y., Vigouroux, Y., Goodman, M., Sanchez J. G., Buckler, E., & Doebley, J. (2002). A Single Domestication for Maize Shown by Multilocus Microsatellite Genotyping. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. 99: 6080-6084.
- Nei, M. (1975). Molecular Population Genetics and Evolution. North Holland Publishing Company.
- Peakall, R., & Smouse, P. E. (2006). GENEALX 6. Genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research. Molecular Ecology Notes. 6: 288-295.
- Perales, H., & Golicher, D. (2014). Mapping the Diversity of Maize Races in Mexico. PLOS ONE 9: e114657. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0114657>
- Reif, J. C., Warburton, M. L., Xia, X. C., Hoisington, D. A., Crossa, J., Taba, S., Muminović, J., Bohn, M., Frisch, M., & Melchinger, A. E. (2006). Grouping of accessions of Mexican races of maize revisited with SSR markers. Theoretical and Applied Genetics. 113: 177-185.
- Ruiz, C. J. A., Duran, P. J. J., Sánchez G., J. J., González, E. J., Holland, B., & Medina, G. G. (2008). Climatic adaptation and ecological descriptors of 42 mexican races of maize. Crop Science. 48: 1502-1561.
- Ruiz, C. J. A., Ramírez, O. G., & Sánchez, G. J. J. (2013). Distribución actual y potencial de las razas mexicanas de maíz. En A.O. Corona, M. de J. G. Herrera, R.E.P. Ortiz (Eds.), Distribución y diversidad del maíz nativo y sus parientes silvestres en México (pp. 173-206). México, D.F. bba.
- Sánchez, G. J. J., Goodman, M. M., & Stuber, C. W. (2000). Isozymatic and Morphological Diversity in the Races of Maize of Mexico. Economic Botany. 54: 43-59. <https://doi.org/10.1007/BF02866599>
- SAS Institute Inc. 2015. SAS/IML® 14.1 User's Guide. Cary, N.C: SAS Institute Inc.
- Wellhausen, E. J., Roberts, L. M., & Hernández, X. E. (1951). Razas de maíz en México, su origen, características y distribución. Programa de Agricultura Cooperativo de la Secretaría de Agricultura y Ganadería de México & La Fundación Rockefeller.
- Zietkiewski, E., Rafalski, A., & Labuda, D. (1994). Genome finger-printing by Simple Sequence Repeat (SSR) Anchored polymerase chain reaction amplification. Genomics. 20: 176-183. doi:10.1006/geno.1994.1151.



Evaluation of urea treated maize straw (*Zea mays* L.) as a feeding strategy for dairy cows in small-scale dairy systems

Evaluación de rastrojo de maíz (*Zea mays* L.) tratado con urea como una alternativa en la suplementación de vacas lecheras en sistemas de producción de leche en pequeña escala

García-Martínez, Anastacio¹, López-González, Felipe^{2*}, Prospero-Bernal, Fernando², Albarrán-Portillo, Benito¹, Arriaga-Jordán, Carlos Manuel²

¹Universidad Autónoma del Estado de México Centro Universitario UAEM Temascaltepec, Carr. Toluca-Tejupilco Km. 67.5, Barrio de Santiago, 51300 Temascaltepec de González, México. ²Universidad Autónoma del Estado de México, Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales (ICAR), Carretera Toluca-Ixtlahuaca km. 14.5, Unidad San Cayetano, 50200 Toluca, México.

*Autor de correspondencia: flopezg@uaemex.mx

ABSTRACT

Objective: An experiment was carried out to evaluate the productive response of dairy cows to rations with maize straw (*Zea mays* L.) treated with urea.

Design/methodology/approach: Nine cows were randomly selected from each unit and were assigned in a 3×3 Latin square design, repeated three times. The evaluated treatments were: T1=*ad libitum* maize straw, treated with 40 g urea kg⁻¹ DM, in urea solution at 10% and 28 d for reaction under plastic + 1 kg maize/cow/day; T2=*ad libitum* maize straw, untreated, sprayed with a urea solution to add 26 g urea kg⁻¹ DM at feeding + 1 kg maize/cow/day; and, T3=*ad libitum* untreated maize straw + 760 g soybean (*Glycine max* L.) meal as a source of crude protein (CP).

Results: Crude protein content of maize straw, increased 96% when straw was treated with urea; moreover, the amount of structural carbohydrates decreased. No significant differences were observed for milk yield, live weight and body condition score (P<0.05).

Limitations on study/implications: To see if the diet had the sufficient amount of protein is required analysis of milk urea nitrogen.

Findings/conclusions: The addition of urea maize straw increases the nutritive quality of the straw, however, it did not improve the productive parameters of the cows.

Keywords: forage, urea, dairy production.

RESUMEN

Objetivo: evaluar la respuesta productiva de vacas lecheras a la suplementación de rastrojo de maíz (*Zea mays* L.) tratado con urea.

Diseño/metodología/aproximación: El trabajo se llevó a cabo en dos unidades de producción de leche en pequeña escala, se seleccionaron nueve vacas de cada unidad de producción y se acomodaron bajo un arreglo estadístico de cuadro

Agroproductividad: Vol. 13, Núm. 2, febrero, 2020. pp: 11-17.

Recibido: septiembre, 2019. **Aceptado:** febrero, 2020.

latino 3x3 repetidos tres veces. Los tratamientos evaluados fueron: T1=rastrojo de maíz a libre acceso, tratado con 40 g urea kg^{-1} MS, en solución al 10% y 28 d de reacción bajo plástico + 1 kg de maíz/vaca/día, T2=rastrojo a libre acceso, no tratado asperjado con una solución para adicionar 26 g urea kg^{-1} MS al momento de la alimentación + 1 kg de maíz /vaca/día y T3=rastrojo no tratado a libre acceso + 760 g de pasta de soya (*Glycine max* L.) como fuente de proteína cruda (PC). Las variables a evaluar fueron: rendimiento de leche, peso vivo y condición corporal, así como el consumo voluntario. En el rastrojo de maíz se evaluó: materia seca (MS), fibra detergente ácido (FDA), fibra detergente neutro (FDN), proteína cruda (PC) y digestibilidad *in vitro* de la materia seca.

Resultados: No se observaron diferencias significativas para el rendimiento de leche, peso vivo y condición corporal ($P < 0.05$), misma situación para el consumo voluntarios. En cuanto a los resultados en el rastrojo de maíz se observó un aumento de 96% de la proteína cruda cuando el rastrojo de maíz fue tratado con urea, y la cantidad de carbohidratos estructurales disminuyó 3% respecto al rastrojo sin urea.

Limitaciones del estudio/implicaciones: para poder ver si la dieta tenía la cantidad de proteína suficiente, es necesario realizar análisis de nitrógeno ureico en leche.

Hallazgos/conclusiones: La adición de urea al rastrojo de maíz incrementa la calidad nutritiva del rastrojo; sin embargo, no mejoró los parámetros productivos de las vacas.

Palabras clave: forraje, urea, producción de leche.

INTRODUCCIÓN

En los sistemas de producción de leche en pequeña escala (SPLPE), el mayor costo de la producción animal es por la alimentación (Espinoza-Ortega *et al.*, 2005) por lo que es necesario buscar fuentes disponibles para mantener la producción de leche (Toppo *et al.*, 1997). Generalmente estas fuentes incluyen forraje de praderas y agostaderos, subproductos vegetales, desperdicios celulósicos, arvenses y arbustos.

Los esquilmos agrícolas de algunos cereales, son usados como alimentos para rumiantes en muchas partes de México y el mundo, de los cuales el rastrojo de maíz (*Zea mays* L.) es el que existe en mayor abundancia. Se estima que en México existe una producción de 90 millones de toneladas de esquilmos agrícolas, de los cuales el rastrojo de maíz es el que ocupa el primer lugar con 32 millones de toneladas (Martínez-Loperena *et al.*, 2011). Debido a la gran cantidad de carbohidratos estructurales y a la baja calidad nutritiva de los rastrojos, se ha sugerido el uso de tratamientos químicos, físicos o biológicos (Flachowsky *et al.*, 1996; Hamad *et al.*, 2010; Fuentes *et al.*, 2001; Martínez-Loperena *et al.*, 2011); sin embargo, la baja disponibilidad de aminoácidos esenciales en el intestino del animal hace que los animales no alcancen su potencial productivo. En algunos trabajos se ha demostrado que los forrajes tratados con sustancias químicas, mejora y aumenta la disponibilidad de nutrientes (Habib *et al.*, 2000). El uso de urea en el tratamiento de pajas y rastro-

jos ha tenido gran importancia en la alimentación de rumiantes, ya que en algunos casos pueden reemplazar a los pastos y ensilados aumentando el consumo de materia seca (MS), aunque el efecto sobre la producción de leche es mínimo (Silva *et al.*, 1998). Tomando en cuenta que la alimentación en las unidades de producción de leche en pequeña escala hace uso de rastrojo de maíz, se hace necesario mejorar su calidad nutritiva y valorar su efecto en la respuesta productiva de vacas en producción de leche, por lo que el objetivo fue evaluar la respuesta animal al tratamiento con urea o a la suplementación con pasta de soya (*Glycine max* L.) como fuente de proteína cruda (PC).

MATERIALES Y MÉTODO

El estudio se realizó en dos unidades de producción de leche en pequeña escala del Ejido San Cristóbal, Almoloya de Juárez, Estado de México (19° 24' N y 99° 51' O, a una altitud de 2,650 m), bajo el esquema de investigación participativa rural (Conroy, 2005). Para su realización, se diseñaron los tratamientos utilizando recipientes con capacidad para 200 L de agua y 20 kg de urea para preparar una solución al 10%, esta cantidad de agua fue suficiente para asperjar 500 kg de rastrojo (40 g de urea kg^{-1} MS). El rastrojo se colocó por capas de aproximadamente 15 a 30 cm de grosor sobre el plástico y se asperjó al mismo tiempo que fue compactado y así sucesivamente hasta terminar con el rastrojo destinado para el tratamiento. Finalmente, el rastrojo tratado se cubrió con plástico cuidando que quedara cerrado herméticamente para mejorar la reacción (Schiere *et al.*, 1989).

Los tratamientos evaluados durante el experimento fueron: T1=rastrojo

de maíz a libre acceso, tratado con 40 g de urea kg^{-1} MS, en solución al 10% y 28 d de reacción bajo plástico + 1 kg de maíz/vaca/día, T2=rastrojo a libre acceso, no tratado asperjado con una solución para adicionar 26 g de urea kg^{-1} MS al momento de la alimentación + 1 kg de maíz /vaca/día y T3=rastrojo no tratado a libre acceso + 760 g de pasta de soya como fuente de proteína cruda (PC). Los tratamientos se realizaron durante un año, de enero a marzo (Schiere et al., 1989). El rastrojo no tratado, se asperjo con urea previamente, y se proporcionó inmediatamente después de aplicar la solución (26 g de urea kg^{-1} MS).

Manejo de los animales

Se seleccionaron nueve vacas de cada unidad de producción, con tres partos cada una, de acuerdo al número de días en leche, tratando en lo posible que no existieran más de 30 d entre ellas. Los días en leche en ambas unidades fueron de 96 ± 9 d en leche. En cada unidad de producción se trabajó con nueve vacas, el diseño empleado en el experimento para asignar aleatoriamente los tratamientos a las unidades experimentales fue un arreglo estadístico de cuadro latino 3×3 repetido tres veces.

El trabajo tuvo una duración de 84 d, divididos en tres periodos de 28 d cada uno, de los cuales se consideraron 15 d de adaptación a la dieta y 13 d para la evaluación de la respuesta animal a los tratamientos. Además de los tratamientos las vacas recibieron 2.67 kg MS de un concentrado comercial con 180 g kg^{-1} MS de proteína cruda. Las vacas se mantuvieron bajo condiciones de pastoreo en una pradera multiespecie durante 9 h, cuya superficie fue de 4.6 ha, compuesta por especies de la familia Poaceae, tales como ballico (*Lolium perenne*), variedad Nui y Beef builder, festuca (*Festuca arundinacea*) y ovillo (*Dactylis glomerata*) y Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), además de trébol blanco (*Trifolium repens*) y se ordeñaron manualmente a las 5:00 y 16:00 h. La carga animal a la que se pastoreo la pradera fue de 3.9 unidades animal ha^{-1} . La leche se pesó diariamente en la mañana y en la tarde los últimos 13 d de cada periodo experimental, utilizando una báscula de reloj con capacidad de 20 kg. Los animales fueron pesados cada 15 d (a la mitad y al final de cada periodo experimental) con báscula de barras y pantalla electrónica Ruddweigh de fabricación neozelandés, a las 8:00 h. Durante el pesaje se estimó la condición corporal de los animales utilizando la escala de 1 a 5 (Edmonson et al., 1989). El consumo voluntario de ras-

trojo de maíz se midió diariamente en la última semana de cada periodo. El consumo voluntario de rastrojo, se obtuvo por diferencia (consumo voluntario=rastrojo ofrecido-rastrojo rechazado).

Análisis en el rastrojo y en las praderas

Se tomaron muestras de las praderas mediante la técnica de pastoreo simulado durante los 13 d de medición de cada periodo experimental. Estas muestras se secaron en una estufa a 60 °C hasta obtener su peso constante y se molieron. El contenido de nitrógeno (N) se obtuvo mediante el método Kjeldahl (AOAC, 1984), el resultado se multiplicó por el factor 6.25 (AFRC, 1993) para obtener el contenido de proteína cruda (PC); el contenido de fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácido (FDA) se determinó mediante el método ANKOM, utilizando la técnica de Van Soest et al. (1994). La disponibilidad de forraje en las praderas se determinó mediante los cálculos de la acumulación neta de forraje (ANF) (Hoogendoorn et al., 2016), con seis jaulas de exclusión distribuidas aleatoriamente en cada periodo a lo largo de la pradera, para delimitar el área de corte se utilizaron cuadrantes de 0.25 m^2 (0.50 m \times 0.50 m), el corte se realizó fuera de la jaula (día cero) y dentro de la jaula (día 14) con tijeras de mano a nivel del suelo y el resultado se expresó en kg MS ha^{-1} (Teuber et al., 2007). Del rastrojo de maíz se obtuvieron seis muestras antes del tratamiento y seis después de los 28 d de reacción bajo plástico en cada unidad de producción.

Se tomaron muestras de rastrojo tratado con urea y sin urea, además de las praderas, a las cuales se les determinó el contenido de MS, PC, FDN, FDA a partir de los procedimientos establecidos en el laboratorio (Anaya-Ortega et al., 2009), la digestibilidad *in vitro* se determinó con el uso de líquido ruminal obtenido de dos borregos alimentados con heno de alfalfa y concentrado comercial con 18% de PC (Anaya-Ortega et al., 2009). La energía metabolizable se estimó a partir de la digestibilidad de la materia seca (Kiraz et al., 2011), para lo cual se utilizó las siguientes formulas:

$$ED \text{ (Mcal)} = 0.27 + 0.0428 \times DIVMS$$

donde: ED=energía digestible, DIVMS=Digestibilidad *in vitro* de la materia seca. Una vez calculada la energía digestible se procedió a la estimación de la energía metabolizable mediante la siguiente formula:

$$EM \text{ (Mcal)} = 0.821 \times ED$$

donde *EM*=Energía metabolizable, *DE*=Energía digestible, posteriormente se realizó la transformación de megacalorías a megajoules.

El rendimiento de leche, peso vivo y condición corporal en estos experimentos se analizó por medio del análisis de varianza del diseño experimental en cuadro latino. El modelo utilizado en los experimentos fue el siguiente:

$$Y_{ijklmn} = \mu + L_i + C_{j(i)} + V_{k(j)} + P_l + T_m + e_{ijklm}$$

donde: μ =media general; L_i =efecto de la unidad de producción $i=1,2$. $C_{j(i)}$ =efecto del cuadro dentro de la unidad de producción $j=1,2,3$. $V_{k(j)}$ =efecto de la vaca anidada dentro de cuadro $k=1,2,3,\dots,18$. p_l =efecto debido al periodo experimental $l=1,2,3$; T_m =efecto debido a tratamiento $m=1,2,3$. e_{ijklm} =error experimental.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis bromatológico del forraje de las praderas (Cuadro 1), mostró que el contenido de proteína cruda en promedio fue de 224.8 g kg⁻¹ MS y se mantuvo constante durante el experimento. Respecto a los carbohidratos estructurales, se observó disminución conforme avanzaron los periodos de evaluación. Se registró mayor

acumulación neta de forraje en los periodos 2 y 3 con una ANF de 1729 kg ha⁻¹ y 2076.9 kg ha⁻¹ respectivamente (Cuadro 1).

La cantidad de FDN disminuyó cuando el rastrojo de maíz fue tratado con urea, al igual que la FDA, presentándose en promedio resultados de 729.6 g kg⁻¹ MS y de 493.7 g kg⁻¹ MS (Cuadro 2). El contenido de PC en el rastrojo tratado se incrementó en 51.7% con respecto al rastrojo sin tratar (Cuadro 2), ya que registró un contenido de proteína de 50.4 g kg⁻¹ MS y el rastrojo tratado con urea fue de 97.3 g kg⁻¹ MS.

El Cuadro 3, muestra los resultados de consumo voluntario de rastrojo por parte de las vacas, en el cual se observa que no existen diferencias significativas ($P>0.05$) tanto para tratamientos y periodos de evaluación, obteniendo en promedio un consumo de 6.54 kg MS/vaca/día.

La producción de leche no registró diferencias significativas tanto en periodos como en tratamientos evaluados ($P>0.05$), la producción de leche en promedio fue de 15.35 kg vaca día⁻¹ (Cuadro 4), así como, los resultados de peso vivo de las vacas sin observar diferencias significativas entre tratamientos y periodos

Cuadro 1. Análisis nutricional y acumulación neta de forraje de las praderas por periodo.

Periodo	1	2	3	Promedio
PC (g kg ⁻¹ MS)	209	247.7	217.8	224.8
FAD (g kg ⁻¹ MS)	374.6	444.4	432.6	417.2
FND (g kg ⁻¹ MS)	557.5	605.2	580.2	580.9
ANF (kg ha ⁻¹)	718.9	1729.0	2076.9	1508.2
ANF/día (kg ha ⁻¹)	8.5	20.5	24.7	17.9

MS=materia seca, PC=Proteína cruda, FDN=Fibra detergente neutro, FDA=Fibra detergente ácido, ANF=Acumulación neta de forraje.

Cuadro 2. Análisis nutricional de rastrojo de *Zea mays* L., en el experimento antes y después del tratamiento con urea.

Variable	FDA	FDN	PC	DIVMS	EM
RMCU (g kg ⁻¹ MS)	486.4	721.1	50.4	571.5	9.2
RMSU (g kg ⁻¹ MS)	501.1	738.1	97.3	652.4	10.5
Promedio	493.7	729.6	73.8	611.95	9.8

RMNU=Rastrojo de maíz con urea, RMSU=Rastrojo de maíz sin urea, FDA=fibra detergente ácido, FDN=fibra detergente neutro, PC=Proteína cruda, DIVMS=Digestibilidad *in vitro* de la materia seca, EM=Energía metabolizable (MJ/kg MS).

Cuadro 3. Consumo voluntario de rastrojo.

Variable	Tratamiento			Promedio	EEM
	T1	T2	T3		
Consumo de rastrojo (kg MS)	6.56	6.52	6.54	6.54	0.23 ^{NS}
	Periodo			Promedio	EEM
	P1	P2	P3		
	6.51	6.61	6.51	6.54	0.23 ^{NS}

T1=Rastrojo tratado con urea + 1 kg de grano de maíz molido, T2=Rastrojo no tratado + 26 g de urea/kg MS de rastrojo + 1 kg de grano de maíz molido, T3=Rastrojo no tratado + 760 g de pasta de soya, EEM=Error estándar de la media, NS=No significativo ($P>0.05$), P1=Periodo uno, P2=Periodo dos y P3=Periodo tres.

Cuadro 4. Respuesta productiva de vacas productoras de leche a la inclusión de rastrojo de *Zea mays* L. tratado y sin tratar.

Variable	Tratamientos			Promedio	EEM
	T1	T2	T3		
Producción de leche (kg vaca día ⁻¹)	15.31	15.33	15.43	15.35	0.39 ^{NS}
Peso vivo (kg)	511.30	507.90	514.50	511.23	3.52 ^{NS}
Condición corporal (1-5)	1.81	1.81	1.88	1.83	0.22 ^{NS}
	Periodos			Promedio	EEM
	P1	P2	P3		
Producción de leche (kg/vaca/día)	14.82	15.45	15.79	15.35	0.39 ^{NS}
Peso vivo (kg)	506.6	513.01	514.10	511.23	3.52 ^{NS}
Condición corporal (1-5)	1.86	1.83	1.83	1.84	0.22 ^{NS}

T1=Rastrojo de maíz tratado con urea + 1 kg de grano de maíz molido, T2=Rastrojo no tratado + 26 g de urea/ kg MS de rastrojo + 1 kg de grano de maíz molido, T3=Rastrojo no tratado + 760 g de pasta de soya, EEM=Error estándar de la media, NS=No significativo ($P>0.05$), P1=Periodo uno, P2=Periodo dos y P3=Periodo tres.

evaluados ($P>0.05$), que se mantuvo constante en el tiempo que duro el experimento. La condición corporal fue consistente durante los periodos de evaluación, sin presentar diferencias significativas entre los periodos y los tratamientos evaluados ($P>0.05$), el promedio de la condición corporal fue de 1.83 (Cuadro 4).

La calidad nutritiva de las praderas fue buena, según Di Marco (2011) una pradera se considera de buena calidad cuando el contenido de proteína cruda es mayor a 150 g kg⁻¹ MS y el contenido de FDN está por debajo de 500 g kg⁻¹ MS y se mantuvo durante el experimento, esto se debe a que los animales se mantuvieron en pastoreo continuo, lo que ocasiono que existiera un rebrote constante de la pradera. La cantidad de proteína cruda de la pradera oscilo en promedio en 230.3 g kg⁻¹ MS, la cual es mayor a lo que reportan en sistemas de producción de leche en pequeña escala (Albarrán et al., 2012; Celis-Alvarez et al., 2016). El contenido de materia seca (MS) fue menor en el rastrojo tratado con urea que en el rastrojo sin tratar, esto se debe a que la cantidad de agua puede diluir la cantidad de materia seca (Oji et al., 2007). Estos resultados coinciden con los encontrados por otros autores, quienes reportaron una disminución en el contenido de materia seca al tratar el rastrojo con urea, ellos reportan valores de 911.5 g kg⁻¹ MS y 922 g kg⁻¹ MS en rastrojo sin tratar y de 878.7 g kg⁻¹ MS y de 900 g kg⁻¹ MS en rastrojo tratado con urea respectivamente (Martínez-Trejo et al., 2012; Sánchez et al., 2012).

El contenido de FDN y FDA disminuyó cuando el rastrojo de maíz fue tratado con urea, esto se debe a que la urea tiene un efecto sobre la celulosa y la hemicelulosa, hin-

chando las fibras, lo cual las hace más digestibles (Dutta et al., 2004; Gunun y Wanapat, 2012). Algunos autores reportan un incremento en la cantidad de carbohidratos estructurales de maíz tratado con urea y sin tratar, ellos reportan contenidos de FDN de 70.54 en rastrojo sin tratar y un incremento de 72.04 en rastrojo tratado con urea. Gunun and Wanapat, 2012 reportan un incrementó en el contenido de FDA de 42.60 a 46.53 en rastrojo sin tratar y tratado con urea respectivamente.

En cuanto al contenido de proteína cruda (PC), se observó un incremento del 96% del rastrojo tratado con urea comparado con el rastrojo sin tratar, este incremento de proteína cruda se debe a la hidrólisis de la urea. Algunos autores reportan un incremento en el contenido de proteína cruda en rastrojo tratado con urea (Martínez-Trejo et al., 2012; Sánchez et al., 2012). Los resultados de este trabajo son similares a los reportados (Martínez-Loperena et al., 2011; Toppo et al., 1997) quienes reportan un incremento de PC al adicionar urea a rastrojo de arroz (*Oryza sativa* L.). En rastrojo de maíz se reportan incrementos en la cantidad de proteína cruda de 5.19% a 7.49%, estos resultados son menores al incremento que se encontró en el presente trabajo (Gunun et al., 2013). El consumo voluntario de rastrojo por parte del animal se mantuvo constante durante todo el experimento (6.54 kg MS vaca día⁻¹), lo cual indica que la urea no ayuda a que el rastrojo tenga mayor digestibilidad. Resultados similares a los reportados por otros autores al adicionar urea al rastrojo de arroz (Arellano et al., 2016). En el rendimiento de leche no se mostró un incremento en el rendimiento de leche a pesar de que como se muestra en el Cuadro 3

el rastrojo de maíz tratado con urea mostró un mayor contenido de proteína cruda. En un estudio realizado en Tailandia con vacas cruzadas (75% Holstein) se reporta aumentos de 3.5% en producción de leche al adicionar urea a rastrojo de arroz (13.1 kg de leche a 14.7) kg de leche, sin embargo, este incremento no es significativo (Mapato *et al.*, 2010). En un estudio llevado a cabo con búfalos se reportó un incremento en la producción de leche al adicionar urea al rastrojo de maíz, reportando producciones de 9.16 kg de leche sin urea y de 10.8 kg de leche con urea, difiriendo con este trabajo (Nisa *et al.*, 2007). En otro estudio llevado a cabo con vacas cruzadas se logró un incremento en la producción de leche adicionar bloques de urea melaza en la dieta de las vacas (8.75 a 11.5 kg de leche) (Khadda *et al.*, 2014).

CONCLUSIONES

El peso vivo de las vacas y la condición corporal de las vacas se mantuvo similar tanto en los periodos como en los tratamientos, siendo en promedio de 511.23 kg por vaca y de 1.83 respectivamente, de acuerdo a los resultados de condición corporal, las vacas se encontraban en balance energético negativo, lo que implica que las vacas estuvieron moviendo reservas corporales para la producción de leche. La adición de urea al rastrojo no mejoro el consumo voluntario, lo cual se reflejó en el rendimiento de leche, que no tuvo incremento significativo. Lo anterior indica que a pesar de que el rastrojo tratado con urea incrementa el contenido de proteína cruda, no se incrementa la digestibilidad de la materia seca.

LITERATURA CITADA

Albarrán, B., García, A., Espinoza, A., Espinosa, E., & Arriaga C.M. (2012). Maize silage in the dry season for grazing dairy cows in small scale production systems in Mexico's Highlands. *Indian J Anim Res* 46: 317-324.

Anaya-Ortega, J.P., Garduño-Castro, G., Espinoza-Ortega, A., Rojo-Rubio, R., & Arriaga-Jordán, C.M. (2009). Silage from maize (*Zea mays*), annual ryegrass (*Lolium multiflorum*) or their mixture in the dry season feeding of grazing dairy cows in small-scale campesino dairy production systems in the Highlands of Mexico. *Trop Anim Health Prod* 41: 607-616.

Arellano, V.I., Pinto, R.R., Guevara, H.F., Reyes, M.L., Hernández, S.D., & Ley, C.A. (2016). Caracterización del uso de directo de rastrojo de maíz (*Zea mayz* L.) por bovinos. *Rev Mex Cien Pec* 7: 1117-1129.

Celis-Alvarez, M.D., López-González, F., Martínez-García, C.G., Estrada-Flores, J.G., & Arriaga-Jordán CM. (2016). Oat and ryegrass silage for small-scale dairy systems in the highlands of central Mexico. *Trop Anim Health Prod* 48: 1129-1134.

Conroy, C. (2005). Participatory Livestock Research, (ITDG Publishing, Bourton on Dunsmore, Warwickshire, U.K.).

Di Marco, O. (2011). Estimación de la calidad de los forrajes. Facultad de Ciencias Agrarias, Unidad Integrada Blancarde. http://www.produccion-animal.com.ar/tablas_composicion_alimentos/45calidad.pdf. consultado el 30 Nov 2016.

Dutta, N., Sharma, K., & Naulia, U. (2004). Nutritional evaluation of lentil (*Lens culinaris*) straw and urea treated wheat straw in goats and lactating buffaloes. *Asian-Austral J Anim Sci* 17:1529-1534.

Edmonson, A.J., Lean, I.J., Weaver, L.D., Farver, T., & Webster, G.A. (1989). body condition scoring chart for Holstein dairy cows. *J Dairy Sci* 72:68-78.

Espinoza-Ortega, A., Álvarez-Macías, A., Del Valle, M.C., & Chauvete, M. (2005). La economía de los sistemas campesinos de producción de leche en el Estado de México. *Téc Pecu Mex* 4:39-46.

Flachowsky, G.W., Ochrimenko, W.I., Schneider, M. & Richter, G.H. (1996). Evaluation of straw treatment with ammonia sources on growing bulls. *Anim Feed Sci Technol* 60: 117-130.

Fuentes, J., Magaña, C., Suárez, L., Peña, R., Rodríguez, S., & Ortiz, R.B. (2001). Análisis químico y digestibilidad *in vitro* del rastrojo de maíz (*Zea mays* L.). *Agro Meso* 12: 189-192.

Gunun, P., & Wanapat, M. (2012). Effect of physical form of ureatreated rice straw on nitrogen balance, rumen fermentation and nutrient digestibility in dairy steers. *Khon Kaen Agric J* 40:62-68.

Gunun, P., Wanapat, M., & Anantasook, N. (2013). Rumen Fermentation and Performance of Lactating Dairy Cows Affected by Physical Forms and Urea Treatment of Rice Straw. *Asian- Austral J Anim Sci* 26: 1295-1303.

Habib, G., Hassan, M.F., & Siddiqui, M.M. (2000). Degradation characteristics of straw from different wheat genotypes and their response to urea ammoniation treatment. Department of Animal Nutrition. Agricultural University, Peshawar, Pakistan. *Anim Feed Sci Technol* 72: 373-386.

Hamad, M.R., Abed-Elazeem, S.N., Aiad, A.M., Mohamed, A., & Soliman, A.M. (2010). Replacement value of urea treated corn with cobs for concentrate feed mixture in pregnant ewes rations. *J Am Sci* 6: 166-178.

Hoogendoorn, C.J., Newton, P.C.D., Devantier, B.P., Rolle, B.A., Theobald, P.W., & Lloyd-West, C.M. (2016). Grazing intensity and micro-topographical effects on some nitrogen and carbon pools and fluxes in sheep-grazed hill country in New Zealand. *Agric Ecos Envir* 217: 22-32.

Khadda, B.S., Kanak, L., Kumar, R., Jadav, J.K., & Rai, A.K. (2014). Effect of urea molasses minerals block on nutrient utilization, milk production and reproductive performance of crossbred cattle under semiarid ecosystem. *Indian J Anim Sci* 84: 302-305.

Kiraz, B.A. (2011). Determination of relative feed value of some legume hays harvested at flowering stage. *Asian J. Anim Vet Adv* 6(5): 525-530.

Mapato, C., Wanapat, M., & Cerdthong, A. (2010). Effects of urea treatment of straw and dietary level of vegetable oil on lactating dairy cows. *Trop Anim Health Prod.* 42: 1635-1642.

Martínez-Loperena, R., Castelán-Ortega, O.A., González-Ronquillo, M., & Estrada-Flores, J.G. (2011). Determinación de la calidad nutritiva, fermentación *in vitro* y metabolitos secundarios en arvenses y rastrojo de maíz utilizados para la alimentación del ganado lechero. *Trop Subtrop Agroec* 14: 525-536.

Martínez-Trejo, G., Ortega-Cerrilla, M.E., Landois-Palencia, L.L., Pineda-Osnaya, A., & Pérez-Pérez, J. (2012). Rendimiento productivo y

- las variables ruminales de corderos alimentados con rastrojo de maíz tratado con urea. *Rev Mex Cien Agrí* 3: 1157-1170.
- Nisa, M., Sarwar, M., Shahzad, M.A., & Hassan, Z. (2007). Influence of urea-molasses treated wheat straw fermented with cattle manure on nutrient intake, digestibilities, milk yield and its composition in early lactating Nili Ravi buffaloes. *Ital J Anim Sci* 6: 480-483.
- Oji, U.I., Etim, H.E., & Okoye, F.C. (2007). Effects of urea and aqueous ammonia treatment on the composition and nutritive value of maize residues. *Small Rumin Res* 69: 232-236.
- Ramírez, G.R., Aguilera-González, J.C., García-Díaz, G., & Nuñez-González, A.M. (2007). Effect of urea treatment on chemical composition and digestion of *Centrus ciliaris* and *Cynodon dactylon* hays and *Zea mays* residues. *J Anim Vet Adv* 6: 1036-1041.
- Sánchez, A.E., Ortega, C.M.E., Mendoza, M.D., Montañez, V.O.D., & Buntinx, D.S.E. (2012). Rastrojo de maíz tratado con urea y metionina protegida en dietas para ovinos en crecimiento. *Interciencia*. 37: 395-399.
- Schiere, J.B., Ibrahim, M.N., Deworl, U.J.H., & Zemmeling, G. (1989). Response of growing cattle given rice straw to lick blocks containing urea molasses. *Anim Feed Sci Technol* 26: 179-189.
- Silva, A.T., & Orskov, E.R. (1988). Fiber degradation in the rumens of animals receiving hay untreated or ammonia treated straw. *Anim Feed Sci Technol* 19: 277-287.
- Teuber, N., Parga, J., Balocchi, O., & Parga, M.J. (2007). *Manejo del Pastoreo*. Imprenta América. Chile, p 129.
- Toppo, S., Verma, A.K., Dass, R.S., & Mehram, U.R. (1997). Nutrient utilization and rumen fermentation pattern in crossbred cattle fed different planes of nutrition supplemented with urea molasses mineral block. *Anim Feed Sci Technol* 64: 101-112.



Agroindustrial agave innovation (*Agave tequilana* Weber var. Blue): financial assessment for the obtaining of inulin

Innovación agroindustrial del agave (*Agave tequilana* Weber var. azul): valoración financiera para la obtención de inulina

Valencia-Sandoval, Karina¹; Rojas-Rojas, María M.^{2*}; Alvarado-Lagunas, Elías³; Duana-Avila, Danae⁴

¹Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, San Agustín Tlaxiaca Hidalgo, México. C.P. 42160.

²Universidad Autónoma Chapingo, Km 38.5 Carr. México-Texcoco. Chapingo, Estado de México. CP 56230. ³Universidad Autónoma de Nuevo León, San Nicolás de los Garza, Nuevo León. C.P. 66455. ⁴Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, San Agustín Tlaxiaca Hidalgo, México. C.P. 42160

⁴Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, San Agustín Tlaxiaca Hidalgo, México. C.P. 42160

*Autor de correspondencia: mrojas@conacyt.mx

ABSTRACT

Objective: compare the profits of the agave (*Agave tequilana* Weber var. Blue) crop in its traditional use as a raw material for tequila production and in its innovative valuation used to obtain inulin in the states of Jalisco, Guanajuato, Michoacán and Nayarit, Mexico considering the price risk and evaluation of the project before uncertainty scenarios.

Design/methodology/approximation: The first step was to calculate the rates of continuous growth of the price of each entity for the period 2005-2017. Two evaluations were conducted for the entities under study, one with traditional methodologies (using Net Present Value, NPV) to assess the use of agave in obtaining tequila, and another based on real options with binomial trees and Black formulas and Scholes that allow to consider the risk and evaluation of the project before uncertainty scenarios given its innovation.

Results: The traditional evaluation showed that its use to obtain tequila is viable (profitable); however, through real options once the use of agave is differentiated in an innovative way, the value of the project increased in the four entities.

Limitations on study/implications: The costs and production of the entities studied in a longer term were not identified.

Findings/conclusions: Agave differentiation using it for inulin production increases the chances of positively facing an uncertain future.

Keywords: volatility, evaluation of traditional projects, binomial trees, Black and Scholes formulas.

RESUMEN

Objetivo: comparar las ganancias del cultivo de agave (*Agave tequilana* Weber var. Blue) en su uso tradicional como materia prima para la producción de tequila y en su valoración innovadora empleada para obtener inulina en los estados de Jalisco, Guanajuato, Michoacán y Nayarit, México considerando el riesgo de los precios y evaluación del proyecto ante escenarios de incertidumbre.

Diseño/metodología/aproximación: El primer paso fue calcular las tasas de crecimiento continuas del precio de cada entidad para el período 2005-2017. Se realizaron dos evaluaciones para las entidades objeto de estudio, una con metodologías tradicional (empleando el Valor Actual Neto, VAN) para valorar el uso del agave en la obtención del tequila, y otra cimentada en opciones reales con árboles binomiales y fórmulas de Black y Scholes que permiten considerar el riesgo y evaluación del proyecto ante escenarios de incertidumbre dada su innovación.

Resultados: La evaluación tradicional mostró que su uso para obtener tequila es viable (rentable); sin embargo, mediante opciones reales una vez que se diferencia el uso del agave de forma innovadora, el valor del proyecto aumentó en las cuatro entidades.

Limitaciones del estudio/implicaciones: No se identificaron los costos y producción de las entidades estudiadas a un plazo mayor.

Hallazgos/conclusiones: La diferenciación del agave empleándolo para la producción de inulina incrementa las probabilidades de enfrentar positivamente un futuro incierto.

Palabras clave: innovación, volatilidad, evaluación de proyectos tradicional, árboles binomiales, fórmulas de Black y Scholes.

afirmaron que las plantaciones de agave han tenido que enfrentar problemas que afectan su producción y comercialización como enfermedades, plagas y marchitez de la planta. La inulina obtenida del agave tiene la capacidad de mejorar las propiedades organolépticas de los alimentos y ser empleada como sustituto de grasas por lo que ha presentado alta demanda como ingrediente de alimentos funcionales (Greg, 2009, citado por Godínez-Hernández *et al.* 2015). La investigación desarrollada por Díaz-Vela *et al.* (2012) señala que las amplias propiedades encontradas en la inulina extraída del agave han permitido su uso como prebiótico al incrementar la flora microbiana benéfica, dándole popularidad en la agroindustria y reportando el precio de la inulina de US\$3.45 kg⁻¹. El objetivo de este estudio fue comparar las ganancias del cultivo de agave en su uso tradicional como materia prima para la producción de tequila y en su valoración innovadora empleada para obtener inulina en los estados de Jalisco, Guanajuato, Michoacán y Nayarit, México considerando el riesgo de los precios y evaluación del proyecto ante escenarios de incertidumbre. La hipótesis usada fue que a pesar del uso tradicional que se le da al agave y pese a la volatilidad de sus precios, una innovación en su destino permitiría al productor incrementar sus ingresos económicos con menor incertidumbre.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los datos de producción, rendimiento y precios expresados en pesos nominales mexicanos (MXN\$ t⁻¹) de los estados con DO (Jalisco, Guanajuato, Michoacán y Nayarit) se obtuvieron de SIAP (2019) para el período 2005-2017. Para obtener los precios reales base 2017 se usó

INTRODUCCIÓN

Existen cerca de 200 especies de agave (*Agave L.*) que se producen en todo México y son, por tradición, la principal materia prima para la elaboración del tequila y el mezcal, bebidas altamente apreciadas en el mercado internacional, además de otras menos comerciales, tales como el pulque, la bacanora y el sotol. El agave (*Agave tequilana* Weber var. azul) crece en zonas áridas y cálidas. En México, se otorgó en 1977 la Denominación de Origen (DO) al tequila de Jalisco (principal productor de agave), Guanajuato, Michoacán y Nayarit (Bautista-Justo *et al.*, 2001). El agave es un regalo del tiempo, pues deben esperarse de seis a ocho años desde su plantación hasta la primera cosecha, lo que implica paciencia y esmero de los productores (SAGARPA, 2019). Bautista-Justo *et al.* (2001) indican que se puede cultivar entre 2500 y 2800 plantas ha⁻¹ de agave. No obstante, Herrera-Pérez *et al.* (2018) advierten que la disponibilidad de la planta ha mermado influyendo directamente no solo en el abastecimiento sino en el precio de la piña de agave. En la producción de agave participan alrededor de nueve mil productores, generando 29000 empleos tanto directos como indirectos. Pérez *et al.* (2016) reconocen la existencia de 625 fábricas y 80 plantas envasadoras señalando el aumento de marcas registradas. Herrera-Pérez *et al.* (2018) realizaron el cálculo de los costos de inversión y producción de la planta en el estado de Jalisco (USD\$4,9800.00) durante 2015, de los cuales, los costos por la renta del terreno representaron el 30% del total. En relación a la volatilidad del precio del agave, la variación en la oferta y la demanda afectan el precio causando altibajos en su producción y en el abasto a la industria tequilera (Montañez-Soto *et al.*, 2011). En el mismo sentido, Herrera-Pérez *et al.* (2018) apunta que el mercado de agave se encuentra sujeto a cierta inestabilidad y fluctuación de precios que afectan directamente los ingresos y operación de los productores. Ceja *et al.* (2017)

el Índice Nacional de Precios al Consumidor (INPC) reportado por el INEGI (2019). La fórmula para el cálculo de los precios reales es:

$$PR = \left(\frac{PN}{INPC} \right) * 100 \quad (1)$$

donde PR : precio real (MXN\$ t^{-1}), PN : precio nominal (MXN\$ t^{-1}) e $INPC$: Índice Nacional de Precios al Consumidor. Mismo procedimiento se realizó para obtener el valor presente (base 2017) del costo de inversión y producción.

Brambila et al. (2013) señalan que la volatilidad es el principal indicador para medir el riesgo y, en el caso agropecuario, ésta debe calcularse tanto para el precio real como para la cantidad producida. Para incorporarla a la evaluación, el primer paso fue calcular las tasas de crecimiento continuas del precio que algebraicamente se traduce como:

$$r_t = \ln \left(\frac{P_t}{P_{t-1}} \right) \quad (2)$$

donde r_t es la tasa continua de crecimiento, \ln es la aplicación del logaritmo natural, P_t representa el precio real en el año t y, P_{t-1} es el precio real en el año $t-1$. Para los resultados obtenidos en este punto se estimaron la desviación estándar como medida de riesgo de los precios y la varianza como medida de volatilidad.

El Valor Actual Neto (VAN) corresponde a una evaluación tradicional que consiste en estimar los beneficios y costos para alcanzar el flujo de efectivo que se actualiza al período cero con la tasa de descuento considerada para esta investigación (5%). Si el resultado es positivo, tradicionalmente se sugiere invertir en el proyecto (Baca, 2013). Algebraicamente el VAN se calcula:

$$VAN = -A + \sum_{j=1}^{j=n} \frac{FC_j}{(1+k)^j} \quad (3)$$

donde A es el desembolso inicial del proyecto, FC_j son los diversos flujos reales netos de caja esperados, k es la tasa de descuento adecuado al riesgo del proyecto y n es el horizonte temporal del proyecto (Cobian (2012), citado por Valencia y Zetina, 2016).

Los datos para hacer el cálculo del VAN se obtuvieron del valor presente del trabajo de Herrera-Pérez et al. (2018) enfocado en Jalisco y distinguiendo entre los costos y la inversión que se realiza en el plantío.

Opciones reales

La evaluación financiera mediante opciones reales considera que durante la vida útil del proyecto las circunstancias pueden modificarse, por lo que la gerencia puede decidir continuar con el proyecto, ampliarlo, reducirlo o abandonarlo (Cadeza et al., 2017); por lo tanto, Song et al. (2017) señalan que las opciones reales son una herramienta en escenarios de incertidumbre en la que la administración puede tener la flexibilidad de modificar sus decisiones de acuerdo al desempeño y riesgo del proyecto. Las empresas que deciden ser innovadoras difícilmente pueden ser valoradas con los métodos tradicionales como el VAN debido a que no hay precedentes financieros y la incertidumbre y riesgo que representan (Cobian, 2012). Los árboles binomiales permitieron evaluar el derecho, pero no la obligación de ejercer una opción durante la vida del proyecto (Brambila, 2011). En el caso de la investigación es evaluar la opción que tiene una empresa productora de agave de invertir no sólo en el tequila sino en la diferenciación a través de la obtención de inulina. Se trata de un derecho pero no una obligación. Para ello se obtuvo el valor crítico o beneficio máximo (v^*) que indica cuantas veces mayor tiene que ser el valor del proyecto a la inversión para que no haya pérdidas y algebraicamente se describe como:

$$\frac{v^*}{I} = \frac{\beta}{\beta - 1} \quad (4)$$

En el que β se obtiene mediante:

$$\beta = \frac{-\left(\alpha - \frac{1}{2}\sigma^2\right) + \sqrt{\left(\alpha - \frac{1}{2}\sigma^2\right)^2 - 4\left(\frac{1}{2}\sigma^2\right)(-\rho)}}{\sigma^2} \quad (5)$$

donde la tasa de descuento está representada por ρ , la media de la tasa de crecimiento de los precios por α y su varianza por σ^2 . Para determinar el valor crítico de cada proyecto (entidad), se calculó la tasa de crecimiento del ingreso real del agave por hectárea, que consiste en multiplicar el precio real del agave por el rendimiento por hectárea y posteriormente se

obtuvieron las tasas de crecimiento continuas a las que se les calculó la media como medida de tendencia del ingreso y la varianza como medida de volatilidad. Para el cálculo de opciones reales, se partió del flujo de efectivo descontado. Con la desviación estándar (riesgo= σ) de los precios se obtuvieron los escenarios de cuando el proyecto marcha favorablemente ($UP=e^{\sigma}$) y cuando no lo hace ($DOWN=e^{-\sigma}$) (Valencia y Zetina, 2016), además de la probabilidad de que el proyecto vaya bien y en conjunto con la tasa de interés libre riesgo se construyen los árboles binomiales que se expanden desde el primer año de plantación hasta el año ocho cuando se cosecha el agave calculando los diferentes nodos. Cadeza (2016) refiere que, u es "lo que aumenta el valor del proyecto por incremento de precios", mientras que d es el caso contrario cuando baja el proyecto ante la disminución de los precios (Figura 1).

Al construir los árboles binomiales para las diferentes entidades o proyectos, se pueden obtener los montos que se pudieran generar por invertir en el proyecto con la opción real de trabajar el sistema tequila-inulina en el año ocho y trayendo los datos a valor presente hasta llegar al valor de la opción real de considerar la innovación y diferenciación en el procesamiento del agave, empleando la ecuación:

$$Vp_a = \frac{pV_b + (1-p)V_c}{1+r} \quad (6)$$

Donde p es la probabilidad de que el proyecto marche bien, V_b es el valor del nodo superior indicado en figura 1, $(1-p)$ es la probabilidad de que disminuya el valor del proyecto, V_c el valor del nodo inferior y r es la tasa real (Valencia *et al.*, 2010). Cadeza *et al.* (2017) y Brambila (2011) indican que el VAN del proyecto con proceso de innovación, será la suma del VAN tradicional y el valor de la opción real

$$VAN_{TOTAL} = VAN + OR \quad (7)$$

En el que se interpreta VAN_{TOTAL} como Valor Actual Neto total, VAN es el Valor Actual Neto tradicional y OR es el valor de la opción real considerar la innovación obtenida de los árboles binomiales. Se consideró la opción de expandir a dos hectáreas pero no la obligación, para ello se usa la opción de compra llamada Call mediante las fórmulas de Black y Scholes (1973) citado por García *et al.* (2016):

$$C = SN(d_1) - ke^{-\gamma t}N(d_2) \quad (8)$$

Donde C es el precio de la opción "call"; S es el valor inicial (valor presente del flujo de efectivo del proyecto), K representa la opción de salida predeterminada, γ es la tasa constante libre de riesgo, t es el tiempo prefijado para ejercer la acción, si así conviene, e es la base de los logaritmos naturales y $N(d_n)$ son los valores de la función de distribución normal estandarizada para d_n que algebraicamente se obtienen:

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{K}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)t}{\sigma\sqrt{t}} \quad (9)$$

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{t} \quad (10)$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El Cuadro 1 muestra que Nayarit es la circunscripción con el mejor precio promedio pagado a los productores, este fue de MXN\$4 032.89 t^{-1} (US\$207.88 t^{-1}), incluso superior a Jalisco que fue de MXN\$3442.80 t^{-1} (US\$177.46 t^{-1}) que es la entidad de mayor reconocimiento nacional e internacional; sin embargo, el precio que mayor crecimiento ha tenido es en éste último estado. Llama la atención el caso particular de los productores de Guanajuato, quienes reciben un precio inferior a sus homólogos pese a que presentan una tasa de crecimiento continua del rendimiento superior a otros estados con DO y representatividad, aunque en términos absolutos los mejores rendimientos se dan en Jalisco y Michoacán.

Nayarit y Jalisco son las entidades que menor riesgo de inversión tienen (0.46 y 0.47 respectivamente), lo que significa que en Guanajuato y Michoacán la incertidumbre del proyecto es alta y puede ser rechazado. Moreno-Hernández *et al.* (2011) mencionan que el mercado de agave se ha saturado, afectando la demanda y precio. Se observa que la entidad de mayor volatilidad y riesgo también es la circunscripción con mayor

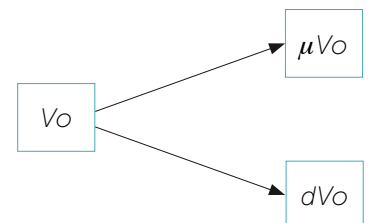


Figura 1. Arbol binomial. Fuente: Cadeza *et al.* (2017). Donde V_o es flujo de efectivo descontado, μV_o es el valor "al alza" y dV_o representa el valor "a la baja" (Valencia *et al.*, 2010).

Cuadro 1. Precio medio rural por tonelada base 2017, rendimiento promedio y sus tasas de crecimiento continua.

Entidad Federativa	PMR [†] promedio (MXN\$)	Tasa de crecimiento continua de PMR [†] promedio	Rendimiento promedio (t ha ⁻¹)	Tasa de crecimiento continua de rendimiento promedio
Jalisco	3 442.80	0.11	99.80	-0.011
Guanajuato	2 877.65	0.013	77.18	0.057
Michoacán	2 060.47	0.10	98.73	-0.007
Nayarit	4 032.89	0.08	74.90	-0.010

Fuente: elaboración propia. [†]PMR: precio medio rural.

valor crítico, es decir, en Michoacán lo mínimo que se exige al proyecto es MXN\$1.051 por peso invertido. Para Jalisco, si la producción es favorable, el UP del proyecto es de 1.56, en caso contrario (DOWN) el proyecto disminuiría 0.63, mientras que la probabilidad de que suceda lo primero es de 0.44. La entidad en que el proyecto de diferenciar el uso del agave tiene mayores probabilidades es Nayarit (Cuadro 2).

Como se mencionó con antelación, para el cálculo del VAN se utilizaron los costos por hectárea a valor real de Herrera-Pérez et al. (2018) en Jalisco y los precios promedio de cada circunscripción. Los resultados del proyecto cuando se produce únicamente tequila, y sin considerar el riesgo o futuros cambios en el trayecto del tiempo, debe ser aceptado para las cuatro entidades, siendo los extremos Jalisco y Michoacán; en el primero el VAN es de MXN\$1 024 692.21 (US\$ 52 819.19) mientras que para el segundo el valor es de MXN\$419 202.18 (US\$21 608.36) con la tasa de descuento de 5%.

El valor de la opción real de la decisión de invertir en el año ocho es económicamente rentable para los productores aumentando en todos los casos el VAN_{TOTAL} confirmando la hipótesis de que una innovación en su destino permitiría al productor incrementar sus ingresos con menor incertidumbre (Cuadro 3).

Cuando se considera la expansión de innovar a dos hectáreas y se compara con el Cuadro 3, se aprecia que únicamente a Michoacán no le conviene la opción de expandirse dado que el VAN sin innovación es mayor, mientras que para el resto de las entidades el valor aumenta, y para Jalisco se duplica (Cuadro 4).

CONCLUSIONES

El uso del agave en la producción de tequila es rentable para el productor; sin embargo, la variación de los precios y las situaciones propias del cultivo generan incertidumbre en el ingreso. La diferenciación del agave mediante la producción de inu-

Cuadro 2. Volatilidad de los precios, valor crítico, UP, DOWN y probabilidades para la elaboración de árboles binomiales.

Entidad Federativa	σ^{\dagger}	$v^{*\ddagger}$	UP	DOWN	p^{\dagger}
Jalisco	0.47	1.037	1.56	0.63	0.44
Guanajuato	0.53	1.033	1.67	0.59	0.42
Michoacán	0.73	1.051	1.97	0.50	0.37
Nayarit	0.46	1.032	1.66	0.60	0.62

Fuente: elaboración propia. [†] σ : volatilidad de los precios. [‡] v^* : valor crítico, [†]Probabilidad.

Cuadro 3. Comparativo de ganancias de manejo tradicional y con innovación (\$).

Entidad productora	VAN (MXN\$)	VAN _{TOTAL} (MXN\$)
Jalisco	1 024 692.21 (US\$52 819.19)	4 782 467.34 (US\$246 518.94)
Guanajuato	737 749.24 (US\$38 028.31)	4 780 741.72 (US\$246 429.99)
Michoacán	419 202.18 (US\$21 608.36)	6 268 385.14 (US\$323 112.64)
Nayarit	511 230.00 (US\$26 352.06)	2 541 018.71 (US\$130 980.35)

Fuente: elaboración propia.

Cuadro 4. Valor de la opción "CALL" (\$).

Entidad Federativa	CALL (MXN\$)
Jalisco	993 412.42 (US\$51 206.83)
Guanajuato	711 745.82 (US\$36 687.93)
Michoacán	415 217.80 (US\$21 402.98)
Nayarit	475 569.28 (US\$24 513.88)

Fuente: elaboración propia.

lina disminuye la fluctuación en el ingreso e incrementa la probabilidad de enfrentar positivamente un futuro incierto; además se convierte en una opción rentable para los productores. Al evaluar proyectos innovadores con incertidumbre a través de opciones reales generan mayor seguridad en su inversión debido a que se otorga una visión estratégica para la toma de decisiones.

LITERATURA CITADA

Baca U., G. (2013). Evaluación de proyectos. Séptima Edición. McGrawHill. México. 371

Bautista-Justo, M., L. García-Oropeza, J. E. Barboza-Corona, y Parra-Negrete. A. (2001). El agave tequilana Weber y la producción de tequila. *Acta Universitaria*, 11, 26-34.

Brambila, J. J. (2011). Bioeconomía: instrumentos para su análisis económico. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, Colegio de Postgraduados. México.

Brambila-Paz., J. J., M. Á. Martínez, M. M. Rojas y Pérez V. (2013). La bioeconomía, las biorefinerías y las opciones reales: el caso del bioetanol y el azúcar. *Agrociencias*, 47(3), 281-292

Cadeza, M., Brambila J. J., Chalita L. E. y González, A. (2017). Evaluación financiera con la metodología de opciones reales de una inversión para producir quitosano con base en desperdicio de camarón. *Agricultura, sociedad y desarrollo*, 14(4), 533-545.

Ceja R., González D. R., Ruiz J. A., Rendón L. A. y Flores J. G. (2017). Detección de restricciones en la producción de agave azul (*Agave tequilana* Weber var. azul) mediante percepción remota. *Terra Latinoamericana*, 35(3), 259-268. <http://dx.doi.org/10.28940/terra.v35i3.252>

Cobian, L. (2012) Valores críticos para la evaluación de una empresa que inicia (Startup) con opciones reales de crecimiento. Tesis de maestría. México, Departamento de Economía, Colegio de Postgraduados-Montecillo.

Díaz-Vela, J., Mayorga-Reyes, L., Totosaus A. y Pérez-Chabela M. L. (2012). Parámetros cinéticos y perfil de ácidos grasos de cadena corta de bacterias ácido lácticas termotolerantes con diferentes fuentes de carbono. *Vitae*, 19(3), 253-260.

García-Ramos R., Díaz-Díaz B. y Luna-Sotorrío L. (2016). La utilidad de las opciones reales para valorar inversiones en el sector pesquero: aplicación a la pesquería de merluza (*Merluccius* spp.). *Agrociencias*, 50(4), 533-549.

Godínez-Hernández, C., Aguirre-Rivera, J. R., Juárez-Flores, B. I., Ortiz-Pérez M. D. y Becerra-Jiménez J. (2015). Extraction and characterization of *Agave salmiana* Otto ex Salm-Dyck fructans. *Revista Chapingo serie ciencias forestales y del ambiente*, 22(1), 59-72.

Herrera-Pérez, L., Valtierra-Pacheco E., Ocampo-Fletes I., Tornero-Campante M. A., Hernández-Plascencia J. A. y Rodríguez-Macías R. (2018). Esquemas de contratos agrícolas para la producción de *Agave tequilana* Weber en la región de tequila, Jalisco. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 15(4), 619-637.

INEGI. 2019. Banco de información económica. Recuperado de <https://www.inegi.org.mx/sistemas/bie/default.aspx>. Fecha de consulta: 05/08/2019.

Moreno-Hernández, A., Estrella-Chulim N., Escobedo-Garrido S., Bustamante-González A. y Gerritsen P. W. (2011). Prácticas de manejo agronómico para la sustentabilidad: características y medición en agave tequilana weber en la Región Sierra De Amula, Jalisco. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 14(1), 159-169.

Pérez-Hernández, E., Chávez-Parga M. C. y González-Hernández J. C. (2016). Revisión del agave y el mezcal. *Revista Colombiana de Biotecnología*, XVIII(1), 148-164.

SAGARPA. 2019. Agave Tequilero y Mezcalero Mexicano. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. Recuperado de: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/257066/Potencial-Agave_Tequilero_y_Mezcalero.pdf. Fecha de consulta: 10/11/2019.

SIAP. 2019. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Recuperado de: <https://www.gob.mx/siap/documentos/siacon-ng-161430>. Fecha de consulta: 05/08/2019.

Song, N., Xie. Y., Ching W. y Siu T. (2017). A real option approach for investment opportunity valuation. *Journal of Industrial & Management Optimization*, 13(3), 1213-1235.

Valencia, K., Brambila J. J. y Mora J. S. (2010). Evaluación del nopal verdura como alimento funcional mediante opciones reales. *Agrociencias* 44(8), 955-963

Valencia, K. y Zetina M. (2016). Evaluación de un proyecto de inversión usando opciones reales para diferenciar el aguacate. *Estudios Sociales*, 24-25(47), 232-248.



Isolation and efficiency of native yeasts from fermentation vats for maguey (*Agave cupreata* Trel. & Berger)

Aislamiento y eficiencia de levaduras nativas de tinajas fermentadoras para maguey (*Agave cupreata* Trel. & Berger)

Damián-Sánchez, Gema; Román-Justo, Norely Y.; Méndez-Patiño, Maygualinda; Ibarra-Benítez, Giovanni;
Ramírez-Peralta, Arturo¹; Vargas-Álvarez, Dolores^{1*}

¹Universidad Autónoma de Guerrero, Unidad Académica de Ciencias Químico Biológicas, Avenida Lázaro Cárdenas s/n colonia la Haciendita Chilpancingo de los Bravo, México. C.P: 39090.

*Autor de correspondencia: dvargas@uagro.mx

ABSTRACT

Objective: Isolate and characterize the synergism of native microorganisms in maguey (*Agave cupreata* Trel. & Berger) fermentation vats to distill mezcal.

Materials and methods: were scraped from the vat where the ground and formulated Agave is fermented to generate the fermentation and obtain mezcal, they were processed in selective media and a sieve was carried out first and then the sugar conversion efficiency.

Results: two yeasts were conveniently found, which showed promising indicators for the conversion of sugars to alcohol, they were called ca strain one and the union of the two chosen, additionally they were subjected to the evaluation of parameters such as cell dry weight, amount of ethanol produced (10.33 ± 0.57 (c) and 12.57 ± 0.57 (m) respectively and the determination of total reducing sugars (starting from 500 mg L^{-1}).

Limitations of the study/implications: it was subjected to an *in vitro* work, pending the efficiency in agave sugars and the concentration gradient.

Conclusions: the consortium in comparison of an isolated strain produced a greater quantity of alcohol regarding its growth in the medium after 32 h of fermentation at a constant temperature of 37 °C and 160 rpm.

Keywords: fermentation, microorganisms, mezcal.

RESUMEN

Objetivo: aislar y caracterizar el sinergismo de microorganismos nativos de tinajas de fermentación de maguey (*Agave cupreata* Trel. & Berger) para destilar mezcal.

Materiales y métodos: se recolectaron raspados de tina donde se fermenta el Agave molido y formulado para generar la fermentación y obtener mezcal, se procesaron en medios selectivos y se realizó primero un tamiz y posteriormente la eficiencia de conversión de azúcares.

Agroproductividad: Vol. 13, Núm. 3, marzo. 2020, pp: 25-30.

Recibido: agosto, 2019. **Aceptado:** febrero, 2020.

Resultados: se encontraron convenientemente dos levaduras, que mostraron indicadores prometedores para la conversión de azúcares a alcohol se les denominó c a la cepa uno y m a la unión de las dos elegidas, adicionalmente se sometieron a la evaluación de parámetros como peso seco celular, cantidad de etanol producido (10.33 ± 0.57 (c) y 12.57 ± 0.57 (m) respectivamente y la determinación de azúcares reductores totales (se partió de 500 mg L^{-1}).

Limitaciones del estudio/implicaciones: se sometió a un trabajo *in vitro* quedando pendiente la eficiencia en azúcares de agave y el gradiente de concentración.

Conclusiones: el consorcio en comparación de una cepa aislada produjo mayor cantidad de alcohol respecto su crecimiento en el medio a 32 h de fermentación a una temperatura constante de $37 \text{ }^\circ\text{C}$ y 160 rpm.

Palabras clave: fermentación, microorganismos, mezcal.

INTRODUCCIÓN

El *Agave cupreata* Trel. & Berger (agave o maguey) es una especie endémica del estado de Guerrero, México, y ha sido usada desde la antigüedad para producir bebidas fermentadas mediante el conocimiento empírico. Las piñas o cabezas de los magueyes son ricas en inulinas (polisacáridos compuestos por moléculas de fructosa unidos con un azúcar terminal), que al cocerse da lugar a la hidrólisis que rompe los enlaces que unen a los polisacáridos proporcionando fructosas libres, que al metabolizarse en condiciones anaerobias se convierten a etanol liberando CO_2 en este proceso participan diversos microorganismos, que desarrollan interacciones bióticas entre dos o más especies de acuerdo a las necesidades de sus miembros, involucrados en estrategias competitivas de intercambio de metabolitos entre especies; donde aseguran su nutrición y supervivencia en un medio con recursos limitados (Hibbing *et al.*, 2010; Ponomarova y Raosahab, 2015; Pérez *et al.*, 2016; Feichtmayer *et al.*, 2017; Ponomarova *et al.*, 2017; Martino *et al.*, 2018; Martínez *et al.*, 2018).

Al conjunto de microorganismos que se relacionan y coexisten en un mismo tiempo y espacio estableciendo relaciones antagónicas o sinérgicas se le ha deno-

minado consorcios microbianos. Sus interacciones son reguladas por el intercambio y equilibrio de moléculas señalizadoras, que poseen alta productividad, resistencia a la invasión, y capacidad de procesar los sustratos a su alcance. El grado de competencia de una cepa depende de factores bióticos y abióticos que determinan su capacidad para superar a otra, e interacciones negativas podrían disminuir la concentración de etanol producido y generar compuestos secundarios no deseados que influyen en la calidad sensorial del producto. (Höffner y Barton, 2014; Ciani *et al.*, 2016; Ming *et al.*, 2016). Los procesos de producción de bebidas alcohólicas son impulsados por consorcios microbianos, que interactúan con el medio a fermentar definiendo la seguridad de las fermentaciones y características del producto; por ejemplo, *Saccharomyces cerevisiae* es uno de los microorganismos más utilizados en la industria para la producción de etanol, debido a su prevalencia en la fermentación espontánea por su capacidad de fermentar etanol a partir de azúcares hidrolizados. Otro de los de microorganismos reportados en la literatura es *Saccharomyces paradoux*, nativo del aguamiel de agave, que sintetiza endoinulasas para desdoblar fructooligosacáridos, para la producción de mezcal (Ivey, Massel y Phister, 2013; Smid y Lacroix, 2013; Albuquerque *et al.*, 2013; Branco *et al.*, 2015; Sandoval-González *et al.*, 2018). con base en lo anterior, el objetivo del presente estudio, fue aislar y caracterizar el sinergismo de microorganismos nativos de tinajas de fermentación de maguey (*Agave cupreata* Trel. & Berger) para destilar mezcal.

MATERIALES Y MÉTODOS

La recolección se llevó a cabo en la comunidad de Amojileca, municipio de Chilpancingo Guerrero, México, la toma y manejo de la muestra de raspado de tinajas de fermentación se realizó conforme a la NOM-109-SSA1-1994. Para la preparación de las muestras e inoculación de las cajas, se homogenizaron 7.6 g de raspado con 65 mL de solución salina de la cual se tomó $100 \mu\text{L}$ para su inoculación en los medios Sabouraud, Agar infusión cerebro corazón, Gelosa sangre BHI (GC). Se incubó a una temperatura de $35 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ durante 24 h. La identificación bioquímica se realizó tras aislar las colonias obtenidas y se inoculó en los medios sal y manitol y Mac conkey para evaluar algunas características bioquímicas. Se midió la actividad de la enzima ornitina decarboxilasa, la capacidad de movilidad y fermentación de carbohidratos en condiciones variables de nutrientes, con vitaminas (caldo tioglicolato) y sin vitaminas

(caldo soya (*Glycine max* L.)), a su vez se realizó tinción de Gram que permitió la identificación de las cepas y su morfología. Para los ensayos de competencia, se determinó usar de las cepas identificadas a la cepa 1, y cepa 3 para construir el consorcio. Se colocaron ambas cepas en el medio, formando dos líneas de cruce entre ellas para determinar si existía una relación antagónica a través de la inhibición de alguna de ellas. Para el peso seco celular, se inocularon ambas cepas en medio caldo soya tripticaseína, se incubó a 37 °C con una agitación constante de 160 rpm, y se determinó la absorbancia de las muestras por espectrofotometría a 600 nm, cada 3 h. Por último, se calculó peso seco celular mediante la siguiente fórmula:

$$\text{abs}=0.37 \text{ g peso seco celular L}^{-1}$$

Método de DNS

Se cuantificaron los niveles de azúcares reductores, los resultados fueron comparados con estándares de concentraciones conocidas de glucosa a partir de una solución stock de 1 g L⁻¹ a una absorbancia de 540 nm en un espectrofotómetro UV-Vis. Para la cuantificación de etanol, se determinó el porcentaje de etanol mediante el alcoholímetro de ambas cepas a las 32 h de fermentación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este estudio, se aisló un total de siete cepas por medio del raspado de tinajas en las que se lleva a cabo la fermentación del mosto de agave. Se logró aislar dife-

rentes cepas de levaduras en distintos medios, de las cuales se eligieron dos para formar parte del consorcio microbiano asociado a la fermentación del jugo de agave (Cuadro 1).

Con base en los ensayos anteriores se seleccionaron las cepas 1 y 3 para el ensayo de competencia (Figura 1), las cuales presentaron una relación de sinergismo.

En relación a la cinética de crecimiento, los resultados de la Figura 2 muestran que la cepa c tuvo mayor consumo de azúcares reductores con 0.05±0.03; sin embargo, se observó una concentración menor de etanol con 10.37±0.57 en comparación con la cepa m con menor consumo de azúcares con 0.06±0.01 y mayor contenido de etanol con 12.57±0.57. Para medir la concentración de etanol a 32 h de fermentación, se utilizó un alcoholímetro. La Figura 3 muestra que la cepa c tuvo menor porcentaje (10.37±0.57) de etanol en comparación con la cepa m que presentó mayor porcentaje (12.57±0.57) de etanol.

Con respecto a la cuantificación de etanol de las cepas a las 32 h de fermentación, se obtuvo diferencias significativas. En la cepa c tuvo una concentración menor de etanol con 10.33±0.57 en comparación con la cepa m que tuvo una mayor concentración de etanol con 12.57±0.57.

En el Cuadro 2 se muestran los resultados de la determinación de azúcares reductores y del peso seco

Cuadro 1. Perfil bioquímico de las cepas aisladas de mosto de agave.

	Perfil bioquímico						
	Cepa 1	Cepa 2	Cepa 3	Cepa 4	Cepa 5	Cepa 6	Cepa 7
Catalasas	-	+	-	-	-	-	-
Tinción de Gram	+/-	+	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-
Movilidad	+	N.D	+	+	+	+	+
Ornitina descarboxilasa	-	N.D	-	-	-	-	-
Fermentación en caldo de soya							
Dextrosa	+	N.D	+	-	+	-	-
Xilosa	-	N.D	-	-	-	+	-
Trehalosa	-	N.D	+	-	-	-	-
Fermentación en medio tioglicolato							
Dextrosa	+	N.D	-	-	+	+	+
Xilosa	+	N.D	+	+	+	-	+
Trehalosa	+	N.D	+	+	-	+	+

+ =Positivo. - =Negativo. N.D=No determinado. +/- =Misma morfología para Gram positivo o negativo.

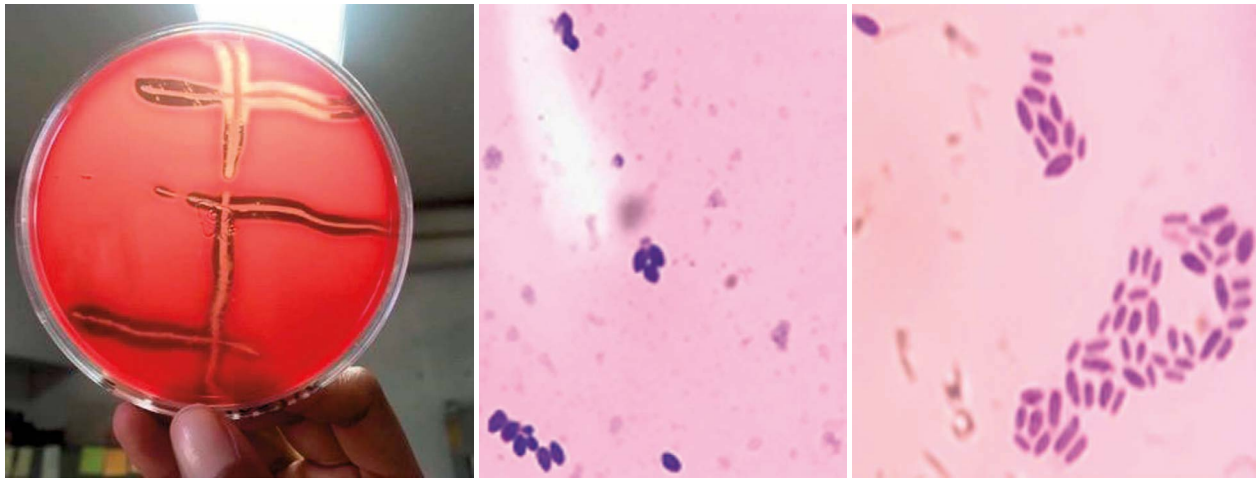


Figura 1. Ensayo de competencia. a) Se puede apreciar el sinergismo existente entre las cepas 1 y 3 en agar sangre infusión cerebro corazón, observándose que las estrias se cruzan. b) Estudio morfológico de la cepa 1, se visualizan formas ovoides Gram variable. c) Estudio morfológico de la cepa 2, se observan microorganismos ovoides Gram variable. Tinción Gram. 100x.

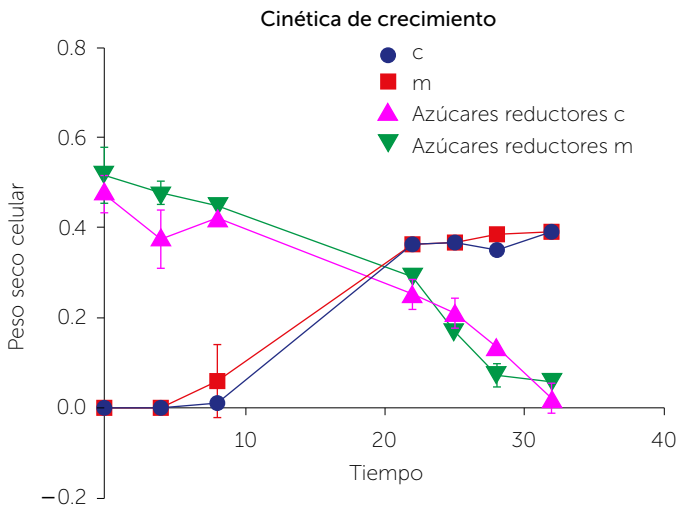


Figura 2. Cinética de crecimiento celular y reducción de azúcares. Crecimiento celular y azúcares reductores de la cepa *c* (individual) y la cepa *m* (dos cepas) en función del tiempo de fermentación a una misma concentración de azúcares.

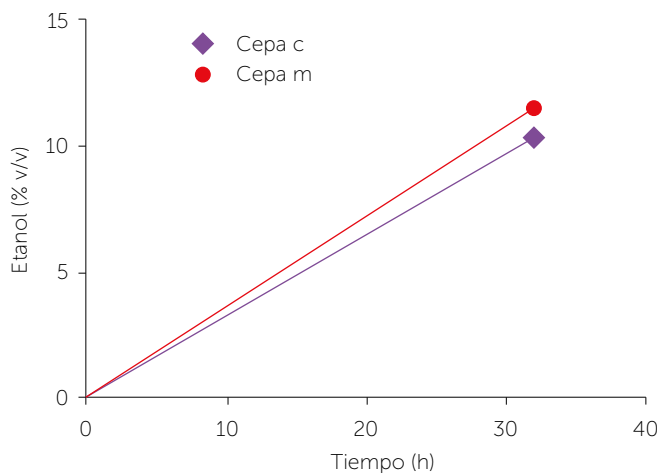


Figura 3. Porcentaje de producción de etanol por las cepas a 32 h de fermentación de la cepa *c* y cepa *m*.

Cuadro 2. Determinación de azúcares reductores y del peso seco celular en el tiempo de las cepas *c* y *m*.

Tiempo	Cepa	Azúcares reductores (g l ⁻¹)	Peso seco celular (g l ⁻¹)
0	cepa <i>c</i>	0.48±0.03 ab	0.009±0.0001 d
0	cepa <i>m</i>	0.52±0.06 a	0.0018±0.0011 d
4	cepa <i>c</i>	0.37± 0.07 cd	0.0019±0.0010 d
4	cepa <i>m</i>	0.48±0.02 ab	0.0009±0.0002 d
8	cepa <i>c</i>	0.42±0.02 bc	0.0131±0.0087 d
8	cepa <i>m</i>	0.45±0.012 abc	0.0124±0.0041 d
22	cepa <i>c</i>	0.26±0.03 ef	0.3649±0.0012 d
22	cepa <i>m</i>	0.29±0.02 de	0.3665±0.0006 c
25	cepa <i>c</i>	0.21±0.03 efg	0.3695±0.0004 c
25	cepa <i>m</i>	0.17±0.02 fg	0.3658±0.0045 c
28	cepa <i>c</i>	0.13±0.01 gh	0.3539±0.0198 bc
28	cepa <i>m</i>	0.076±0.02 h	0.3856±0.0013 ab
32	cepa <i>c</i>	0.05±0.03 h	0.3811±0.0069 c
32	cepa <i>m</i>	0.06±0.01 h	0.3943±0.0021 a

c: cepa 1. *m*: mixta. Más de dos letras indican que son estadísticamente diferentes.

celular en diferentes tiempos. Es importante resaltar que se registraron diferencias significativas en la determinación de azúcares reductores en el tiempo 0, cepa *c* (0.48±0.03 ab), en el tiempo 4, cepa *c* (0.37±0.07 cd) y cepa *m* (0.48±0.02 ab), en el tiempo 8, cepa *c* (0.42±0.02 bc) y cepa *m* (0.45±0.012 abc), en el tiempo 22, cepa *c* (0.26±0.03 ef) y cepa *m* (0.29±0.02 de), en el tiempo 25, cepa *c* (0.21±0.03 efg) y cepa *m* (0.17±0.02 fg), en el tiempo 28, cepa *c* (0.13±0.01 gh), lo que contrasta con lo obtenido en el peso seco celular en el mismo tiempo y en la misma cepa (0.3539±0.0198 bc).

Se aislaron siete cepas a partir del raspado de tinas en las que se lleva a cabo la fermentación del agave. La piña de agave es tratada en un medio enriquecido con carbohidratos complejos que al cocerse se hidrolizan y dan lugar a azúcares más sencillos. La mayoría de las cepas descritas en el Cuadro 1 se identificaron como levaduras, sin precisar la especie; sin embargo, se puede inferir que al menos una de las cepas podría pertenecer a la especie de *Saccharomyces cerevisiae*, lo anterior de acuerdo a Dashko y colaboradores (2014), que al trabajar con esta especie identificaron la predominancia de esta especie en las comunidades microbianas presentes en alimentos con altos contenidos de azúcar.

Mediante el ensayo de competencia se determinó interacción sinérgica entre los microorganismos de las cepas 1 y 3, a partir de lo cual se construyó un consorcio, el cual mostró buen desempeño en el proceso de fermentación, ya que se obtuvo mayor producción de etanol 12.57 ± 0.57 ; lo que concuerda según lo reportado por Ponomarova et al. (2015), quienes mostraron métodos para reemplazar el metabolismo aislado de un cultivo puro contra el de las comunidades microbianas. Además determinaron conexiones entre las especies y expusieron que el intercambio de nutrientes entre los microorganismos proporciona una ventaja en la eficiencia a las comunidades microbianas.

La fermentación alcohólica espontánea, está determinada por el crecimiento de las levaduras inoculadas, la cepa aislada y denominada *c*, y las cepas en conjunto denominadas *m*, las interacciones entre las especies impacta en la producción de etanol y en el consumo de nutrientes (Fleet, 2003). En los cultivos realizados en un volumen de 100 mL, al calcular el peso seco celular de las levaduras inoculadas en el medio enriquecido con glucosa, se determinó que la fase de adaptación concluyó a la tercera hora después de su inoculación, la fase exponencial inicio llegada la hora seis.

En la evaluación del consumo de azúcares, la concentración de glucosa presente en el matraz disminuyó conforme la cepa aumentaba su crecimiento, el consumo de azúcares fue de 0.48 g a 0.03 g de la cepa *c*, y de 0.52 g a 0.06 g en la cepa *m* a lo largo de las 32 h de fermentación, aunque no se obtuvieron diferencias significativas entre el consumo de ambas; sin embargo, la producción del alcohol si fue diferente, siendo la cepa *m* la de mayor producción de etanol con 10.33% de alcohol, que es estadísticamente significativo con la cepa *c*, cuyo

contenido de alcohol fue de 12.57% (Figura 3). Renouf et al. (2006) evaluaron los niveles de fermentación entre *S. cerevisiae* y un cultivo mixto, el tiempo de consumo de azúcares fue de 20 d para *S. cerevisiae*, y para el cultivo mixto se redujo a un total de 14 d, en cuanto al porcentaje de alcohol de las muestras, *S. cerevisiae* tuvo un porcentaje de alcohol de 9%(v/v) que no resultó ser estadísticamente significativo al 8%(v/v) del cultivo mixto. Este fenómeno observado ha sido tratado por Ozilgen et al. (1991), quienes propusieron modelos matemáticos simples para simular el crecimiento bacteriano, reducir la utilización de azúcar y aumentar la producción de etanol en un proceso de fermentación espontánea.

CONCLUSIONES

Mediante un perfil bioquímico, se aislaron siete cepas de levaduras obtenidas del raspado de tinas en las que se lleva a cabo la fermentación espontánea del mosto de agave. El ensayo de competencia se determinó en agar sangre infusión cerebro corazón, donde se observó sinergismo entre la agrupación de los microorganismos aislados de las cepas 1 y 3. Dado el sinergismo, éstas fueron elegidas para construir un consorcio microbiano.

Se evaluó la conversión de azúcares a etanol en un periodo de 32 h, encontrándose 10.33 ± 0.57 en la cepa 1 y 12.57 ± 0.57 en el consorcio microbiano.

LITERATURA CITADA

- Albuquerque, M., Martín, C., Jackson, G., Ribeiro, E. (2013). Increase in ethanol production from sugarcane bagasse based on combined pretreatments and fed-batch enzymatic hydrolysis. *Bioresource Technology*, 128, 448-456.
- Branco, P., Viana, T., Albergaria H., Arneborg N. (2015). Antimicrobial peptides (AMPs) produced by *Saccharomyces cerevisiae* induce alterations in the intracellular pH, membrane permeability and culturability of *Hanseniaspora guilliermondii* cells. *International Journal of Food Microbiology*, 205: 112-118.
- Brenner, K., You, L., Arnold, F. H. (2008). Engineering microbial consortia: a new frontier in synthetic biology. *Trends in Biotechnology*, 9: 484.
- Ciani, M., Capece, A., Comitini, F., Canonico, L., Siesto, G., Romano, P. (2016). Yeast Interactions in Inoculated Wine Fermentation. *Frontiers in microbiology*, 7: 1-7.
- Dashko, S., Zhou, N., Compagno, C., Piskur, J. (2014) Why, when and how did yeast evolve into alcoholic fermentation? *14: 2-4*.
- Feichtmayer, J., Deng, L., Griebler, C. (2017). Antagonistic Microbial Interactions: Contributions and Potential Applications for Controlling Pathogens in the Aquatic Systems. *Frontiers in microbiology*, 8: 2192.
- Fleet, G. H. (2003) Yeast and wine flavor interactions. *International Journal of Food Microbiology*, 86: 12-13.

- Hibbing, M., Fuqua, C., Parsek, M., Peterson, B. (2010). Bacterial competition: surviving and thriving in the microbial jungle. *Nature Reviews Microbiology*, 8: 15-25.
- Höffner, K. y Barton, P. (2014). Design of Microbial Consortia for Industrial Biotechnology. *Computer Aided Chemical Engineering*, 34: 65-74.
- Ivey, M., Massel, M., & Phister, T. (2013). Microbial Interactions in Food Fermentations. *Annual Review of Food Science and Technology*, 4(1), 141-162
- Martínez, L., Téllez, S., Rodríguez, G., Palos, P., Efrén, M., Cuarenta J. (2016). Producción de azúcares fermentables a partir del *Agave tequilana* weber variedad azul. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 1: 226-230.
- Martino, M., Joncour, P., Leenay, R., Gillet, B., Beisel, C., Leulier, F. (2018). Bacterial Adaptation to the Host's Diet Is a Key Evolutionary Force Shaping *Drosophila*-*Lactobacillus* Symbiosis. *Cell Host and Microbe*, 24: 109-119.
- Ming, Z. D., Hao, S., En-Xu, W., Yue, L., Ying-Jin, Y. (2016). Design and construction of synthetic microbial consortia in China. *Synthetic and systems biotechnology*, 1: 232-233.
- Ozilgen, M., Çelik, M., Bozoğlu, T. (1991) Kinetics of spontaneous wine production. *Enzyme and Microbial Technology*, 13(3): 252-256.
- Pérez, E., Chávez-Parga, M. C. González, J. (2016). Revisión del agave y el mezcal. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 1: 23-58.
- Ponomarova, O., Gabrielli, N., Sévin, D., Zirngibl, K., *et al.* (2017). Yeast Creates a Niche for Symbiotic Lactic Acid Bacteria through Nitrogen Overflow. *Cell Systems*, 5: 345- 357.
- Ponomarova, O. y Raosaheb, K. (2015). Metabolic interactions in microbial communities: untangling the Gordian knot. *Current Opinion in Biotechnology*, 27: 37-44.
- Renouf, V., Falcou, M, Miot, S., Perello, C., De Revel, M., Lonvaud, F. A. (2006) Interactions between *Brettanomyces bruxellensis* and other yeast species during the initial stages of winemaking. *Journal of applied microbiology*, 6: 3-7.
- Ruiz-Marín, A., Canedo-López, Y., Narváez-García, A., Robles-Heredia, J. (2016) Production of ethanol by *Saccharomyces cerevisiae* and *Zymomonas mobilis* coimmobilized: proposal for the use of organic waste. *Agrociencia*, 50(5): 551-563
- Sandoval-González, R., Jiménez-Islas, H., Navarrete-Bolaños, J. (2018). Design of a fermentation process for agave fructooligosaccharides production using endo-inulinases produced *in situ* by *Saccharomyces paradoxus*. *Carbohydrate Polymers*, 198: 94-100.
- Smid, E., Lacroix, C. (2013). Microbe-microbe interactions in mixed culture food fermentations. *Current Opinion in Biotechnology*, 24: 148-154.



Cost-benefit analysis of post-postplasty in bulls for re-entry into reproductive programs in bovine production companies

Análisis costo–beneficio de la postioplastía en toros para su reingreso a programas reproductivos en empresas de producción bovina

Arieta Román, Ronnie de J.^{1*}

¹Universidad Veracruzana. Facultad de Ingeniería en Sistemas de Producción Agropecuaria. Carretera Costera del Golfo km 220, Colonia Agrícola y Ganadera, Acayucan, Veracruz, México. C. P. 96100.

*Autor para correspondencia: roarieta@uv.mx

ABSTRACT

Objective: to analyze the cost-benefit relationship of post-postplasty in bulls for their re-entry into reproductive programs in bovine production companies.

Design/Methodology/Approach: a descriptive, non-probabilistic study was carried out. The patients were 10 zebu bulls with chronic ulcerative balanoposthitis. Xylazine was applied intramuscularly at a dose of 0.1 mg kg⁻¹ of body weight as a tranquilizer. A 360° incision was made in the mucocutaneous limbus to remove the injured tissue. Vessels of large caliber were ligated with transfixion points. Four points were placed cardinally with monophilic nylon suture to expand the mucosa and be able to suture it to the skin; these same fastening points were fixed with a surgeon's point and subsequently four points were placed between them.

Results: the cost benefit ratio was 4.20, meaning that for each peso invested, such peso was recovered and an extra profit of \$3.20 (three Mexican pesos 20/100) was also obtained. The 10 bulls operated with the described technique had recovery in a 90-day postoperative period.

Study limitation/implications: the indicators were calculated with the economic and technical data obtained in the present study.

Findings/conclusions: the indicators show that post-postplasty in bulls for their re-entry to reproductive programs in bovine production companies was economically and technically efficient, being \$4.20 (four Mexican pesos 20/100), at the same time that the bulls in a period of 90 days began with its zootechnical function.

Keywords: Postioplasty, cost-benefit analysis, tropical livestock.

RESUMEN

Objetivo: analizar la relación costo–beneficio de la postioplastía en toros (*Bos indicus* L.) para su reingreso a programas reproductivos en empresas de producción bovina.

Diseño/ Metodología/Aproximación: se realizó un estudio de tipo descriptivo no probabilístico. Los pacientes fueron 10 toros cebús con balanopostitis crónica ulcerativa. Se aplicó xilacina a dosis de 0.1 mg kg⁻¹ de peso vivo como tranquilizante por vía intramuscular. Se realizó una incisión de 360° en el limbo mucocutáneo para retirar el tejido lesionado. Se ligaron los vasos de gran calibre con puntos de transfijión. Se colocaron cuatro puntos de forma cardinal con sutura de nylon monofilico para expandir



Agroproductividad: Vol. 13, Núm. 3, marzo. 2020, pp: 31-35.

Recibido: noviembre, 2019. **Aceptado:** febrero, 2020.

la mucosa y poder suturarla a la piel; Esos mismos puntos de sujeción se fijaron con punto de cirujano y posteriormente se colocaron cuatro puntos entre ellos.

Resultados: la relación costo-beneficio fue de 4.20, lo que significa que por cada peso invertido, dicho peso fue recuperado y además se obtuvo una ganancia extra de \$3.20 (tres pesos 20/100 M. N.). Los 10 toros operados con la técnica descrita tuvieron recuperación en un período de 90 días posoperatorio.

Limitación del estudio/implicaciones: los indicadores se calcularon con los datos económicos y técnicos obtenidos en el presente estudio.

Hallazgos/conclusiones: los indicadores muestran que la postioplastía en toros para su reingreso a programas reproductivos en empresas de producción bovina fue eficiente económica y técnicamente, siendo de \$4.20 (cuatro pesos 20/100 M. N.), y los toros en un lapso de 90 días empezaron con su función zootécnica.

Palabras clave: Postioplastía, análisis costo beneficio, ganadería tropical.

orina acumulada en la cavidad interna de la vaina desencadenan una reacción local inflamatoria intensa, caracterizada por celulitis, que conduce a daños en la mucosa, tejido conectivo y hasta formaciones de abscesos, lo cual hace al toro inviable para la reproducción (Rabelo et al., 2006). La forma de describir el proceso es la siguiente: el proceso inicia como una inflamación aguda de la mucosa prepucial, caracterizada por edema y ganancia de peso que dificultan su reintroducción e incrementan su deshidratación y resequeidad, la formación de úlceras que van desde únicas hasta múltiples. Estas úlceras pueden ser profundas (afectar la submucosa); de esta forma inician la lesión del tejido conectivo, que en su respuesta cicatrizal comienza la síntesis de colágeno y tejido fibroso con el propósito de reparar y delimitar el proceso. Sin embargo, en este proceso crónico mucosal la tendencia es a aumentar por el trauma reiterativo, resequeidad, contaminación bacteriana, descomposición del esmegma y estrechez del ostio, que reducen las posibilidades de salida del pene, lo cual obliga a que el animal se orine dentro del prepucio, con salida a gotas de la orina y retención de otra gran parte que se descompone en sus derivados amoniacales. Esto causa irritación y necrosis de la mucosa y hasta del tejido subcutáneo con la consecuente formación de bridas fibrosas o anillos, y hasta complicaciones bacterianas que terminan en flemones y abscesos que incluso pueden afectar al pene con inflamación de su mucosa y aun necrosis (los productos de desecho son eliminados por fagocitosis). El tratamiento farmacológico e higiénico se basa en la aplicación de antibióticos, desinflamatorios sistémicos y tópicos, lavados del prepucio y el

INTRODUCCIÓN

En los países tropicales se presenta una incidencia alta en problemas prepuciales en toros cebú, debido a la conformación misma del prepucio, a las particularidades de dicho tubo que al quedar prolapsado después de la monta queda expuesto a traumas, y al tipo de pastos que cortan el tubo estando prolapsado. El término postitis o acrobustitis se utiliza para describir la afección de la porción distal del aparato reproductor del macho bovino (García, 1979). Dentro de las casusas que predisponen a la patología en el *Bos taurus indicus* están las morfohereditarias (poco desarrollo o ausencia de músculo prepucial, escaso desarrollo del músculo retractor del pene, orificio prepucial amplio con capacidad limitada para contraerse, vaina colgante y larga), que hacen al prepucio susceptible a la exposición ambiental y al consiguiente daño por trauma. Le siguen las traumáticas, que generan heridas y cicatrices en mucosa (pasturas infestadas de maleza y plantas espinosas, cercas de alambres de púa, el pisoteo autoinfringido y por otros animales), infecciosas pruriginosas (IBR, vibriones, tricomonas, estreptococos y estafilococos, variedades de la *Escherichia coli* y bacterias del género *Actinomycetes*). La postitis siempre se asocia con la balanitis, que es causada por infecciones bacterianas primarias con desvitalización de la vaina prepucial (Martínez-Martínez et al., 2017). Factores secundarios asociados a postitis son la fractura de pene y la consiguiente acumulación de la orina, seguidos por un absceso prepucial. Estos trastornos son comunes en el prepucio de los toros, y se producen con mayor frecuencia en la época de reproducción. El diagnóstico se realiza a través de la observación de los cambios clínicos y de comportamiento del animal, como la dificultad o imposibilidad para lograr la cópula, los diversos grados de edema, la necrosis de la mucosa prolapsada, las larvas de mosca, la hemorragia, el absceso y la hipertermia local. El pene no puede ser expulsado de la cavidad prepucial o muestra dolor al retraerlo (parafimosis); el animal en algunos casos puede mostrar signos de estranguria y disuria. La estenosis de la abertura prepucial, la desviación del prepucio en dirección a su base y una

uso de duchas frías. La colocación de vendas, ataduras y cintas adhesivas alrededor de la extremidad prepucial y la introducción de un tubo de polivinilo en el lumen prepucial facilitan el paso de la orina y previenen la estenosis, lo que ayudaría en el tratamiento del edema. Se recomienda reposo sexual para facilitar el proceso y prevenir la propagación de infecciones. El tratamiento quirúrgico de la enfermedad está destinado a pacientes con daños en la mucosa o tegumento, para lo cual se utilizan varias técnicas como la postiectomía, la circuncisión prepucial en forma de V y la utilización de anillos plásticos. Cada paciente debe estudiarse detenidamente para establecer la recomendación más adecuada a su situación. De los tres procedimientos utilizados en la terapia quirúrgica de la postitis, tal vez la más aceptada es la postiectomía (Siqueira *et al.*, 2000). En este sentido, el presente estudio tiene por objetivo analizar la relación costo-beneficio de la postioplastía en toros para su reingreso a programas reproductivos en empresas de producción bovina.

MATERIALES Y MÉTODOS

Tipo de estudio

Se realizó un estudio de tipo descriptivo no probabilístico en toros reproductivamente activos que presentaron postitis crónica ulcerativa.

Localización

Los casos clínico-quirúrgicos se presentaron en diferentes ranchos de la zona sur del estado de Veracruz, México. El estado está localizado en la parte oriental del país y es el décimo en la República Mexicana por su superficie, con 72,410 km², dividida en 203 municipios. De sur a norte el territorio veracruzano está comprendido por las

coordenadas geográficas de 17° 03' y 22° 27' de latitud norte, y de este a oeste, entre los 93° 36' y 98° 36' de longitud oeste.

Ejemplares

Los pacientes quirúrgicos con postitis crónica ulcerativa fueron 10 toros cebús de los cuales siete eran de la raza brahman, uno beefmaster y dos sardo negro, con buena condición corporal y con postitis crónica ulcerativa (Figura 1). Ninguno de los animales había recibido tratamiento quirúrgico.

Preanestesia y anestesia

Se aplicó xilacina al 2 % a la dosis de 0.1 mg kg⁻¹ de peso vivo como tranquilizante por vía intramuscular. Posteriormente, para la anestesia, se infiltró clorhidrato de lidocaína al 2 % a dosis de 1 mL cm⁻³ de tejido en la base del prepucio.

Cabe señalar que la contención de cada paciente fue practicada en decúbito lateral derecho (Figura 2), utilizando la debida protección de miembros torácicos y pélvicos, cabeza y región escapular, y que previo a la anestesia local se rasuró el campo operatorio, se lavó con agua y jabón, y para la antisepsia se utilizó solución yodada. Para el lavado prepucial se utilizó una mezcla de oxitetraciclina al 5 % en solución salina (ss) al 0.9% (50 mL por bolsa de 500 mL de ss). Para la realización de la cirugía fue necesario un instrumental general.

Descripción de la técnica quirúrgica

Una vez tranquilizado el paciente y realizadas las maniobras de derribo, se hizo lavado y evaluación detalla-



Figura 1. Paciente quirúrgico con postitis crónica degenerativa.



Figura 2. Paciente en decúbito lateral derecho.

da de la lesión. Se colocó la mordaza por encima del limbo mucocutáneo para evitar la contracción de la mucosa prepucial una vez incidida. Se realizó una incisión en el limbo mucocutáneo y no en piel para reducir las posibilidades de fimosis cicatrizal (Figura 3). Se ligaron los vasos de gran calibre con puntos de transfixión con material absorbible ácido poliglicólico del calibre 0. Para la hemostasia de los vasos pequeños fue suficiente el pinzamiento y torsión. La divulsión se realiza en 360° hasta conseguir el desprendimiento de todo el tejido afectado incluyendo la mucosa prepucial dañada. Una vez practicada la correcta hermostasis se procedió sujetar la mucosa con pinzas de goma para evitar la retracción, así mismo se le colocaron cuatro puntos de forma cardinal con sutura de nylon monofilico para expandir la mucosa y poder suturarla a la piel. Esos mismo puntos de sujeción se fijaron con punto de cirujano y posteriormente se colocaran cuatro puntos entre ellos (Arieta *et al.*, 2019) (Figuras 4 y 5).

Tratamiento

Se aplicó dexametaxona a 20 mg kg⁻¹ de peso vivo por vía intramuscular una vez concluida la cirugía, y se complementó con enzimas proteolíticas (quimotripsina) por un periodo de cuatro días. Penicilina G procaína a dosis de 20 000 UI kg⁻¹ cada 12 h por cinco días, vía intra-



Figura 3. Incisión en limbo mucocutáneo.



Figura 4. Sutura de mucosa prepucial con piel.



Figura 5. Exposición del pene con mucosa reconstruida.

muscular profunda, además de curaciones locales, durante siete días.

Análisis Costo–Beneficio

Se calculó dividiendo el valor actualizado de los beneficios (ingresos) entre el valor actualizado de los costos (egresos). Se tomó como ingresos el costo de oportunidad por pérdida de un celo, el cual equivale a \$791.70 (setecientos noventa y un pesos 70/100 M. N.), considerando la relación de toro/vaca de 1:35. Se tomó como costos (egresos) de cirugía la cantidad de \$6500.00 (seis mil quinientos pesos 00/100 M. N.) (incluyen materiales, depreciación de equipo, traslado y honorarios del Médico Veterinario Zootecnista).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los 10 toros operados con la técnica descrita tuvieron recuperación en un período de 90 días posoperatorio en promedio, y dos de ellos mostraron estenosis cicatrizal. Para los ocho toros restantes se recomendó el inicio de su funcionamiento reproductivo a los 90 días posoperatorios. Lo resultados del presente estudio coinciden con lo reportado en Colombia, donde utilizando la técnica con corte lateral, bilateral en V y disección de mucosa total, en 18 toros, todos los cuales lograron la recuperación a los 20 días posoperatorios (García, 1979). En otro estudio realizado en Colombia, empleando la técnica de postioplastía de 25

toros cebuínos con postitis crónica ulcerativa. La postioplastía es una técnica quirúrgica eficiente porque de los 25 toros intervenidos 22 no tuvieron complicación alguna; retornaron a su vida reproductiva en un lapso comprendido entre dos y tres meses luego de la cirugía. En dos de los toros se presentó miasis complicante atribuida más que todo a un mal manejo posoperatorio. Solo un toro quedó con el ostio prepucial estrecho, posiblemente como resultado de estenosis cicatrizal (Mas-toby *et al.*, 2017). Estas técnicas quirúrgicas difieren de la practicada en este estudio al hacer disección total de la mucosa. Referente a la relación beneficio-costo, está demostrado que el beneficio económico para el productor que trae resolver el problema de la detección de celo es probablemente igual o más grande que el beneficio asociado a otras prácticas de manejo. El mejoramiento en la detección de celo puede dar al productor las mayores ganancias cuando se compara con otras formas de mejoramiento en manejo reproductivo de la empresa lechera. Bajo este esquema, si cada día que una vaca se encuentra abierta, tiene un costo de \$37.70 (treinta y siete pesos 70/100 M. N.), entonces cada celo que perdemos nos cuesta \$791.7 (setecientos noventa y un pesos 70/100 M. N.) por animal (Palomares, 2017). Toros que han superado el examen físico, se les ha comprobado una buena calidad de semen y han demostrado poseer buena libido con una circunferencia escrotal que supera el mínimo exigido para cada raza se podría utilizar una relación toro/vacas de 1:50 o 1:60. Sin embargo posibles lesiones de los toros durante el servicio pondrían disminuir la tasa de preñez. Debido a estos imponderables es prudente trabajar con una relación toro/vacas de 1:35 a 1:40 al comenzar los servicios (Tribulo, 2007). Los resultados de la relación costo-beneficio de la presente investigación y tomando como referentes los datos anteriormente citados, la relación costo-beneficio fue de

4.20, lo que significa que por cada peso invertido, dicho peso fue recuperado y además se obtuvo una ganancia extra de \$3.20 (tres pesos 20/100 M. N.).

CONCLUSIÓN

Los indicadores muestran que la postioplastía en toros para su reingreso a programas reproductivos en empresas de producción bovina fue eficiente económica y técnica, siendo de \$4.20 (cuatro pesos 20/100 M. N.), al mismo tiempo que los toros en un lapso de 90 d empezaron con su función zootécnica.

LITERATURA CITADA

- Arieta R. R. J., Bailón B. A., Graillet J. M. E., Fernández F. J. A., Alvarado G. L. C. & Martínez M. M. (2019). Modified postioplasty technique in cebuino bulls with ulcerative balanoposthitis of the Mexican tropics. *Revista Científica Biológico Agropecuaria Tuxpan* 7: 200-205.
- García G. A. (1979). Técnicas quirúrgicas para corrección de acrobustitis y fimosis en toros Cebú y Santa Gertrudis. *Revista ACOVEZ* 3: 29-31.
- Martínez-Martínez M. M., Cardona-Álvarez J. A. & Pérez-Berrió D. M. (2017). Postioplastía en toros cebuínos del departamento de Córdoba, Colombia. *Revista de Medicina Veterinaria* 35: 35-44. doi: <http://dx.doi.org/10.19052/mv.4387>.
- Palomares R. (2017). Estrategias de Detección de Celos para Ganado Lechero, University of Georgia. College of Agricultural and Environmental Sciences. UGA Cooperative Extension Bulletin 1212-SP. https://secure.caes.uga.edu/extension/publications/files/pdf/B%201212-SP_3.PDF.
- Rabelo R., Silva L., Viu M., Romani A., Alves C., Fernandes J. & Castro C. (2006). Acrobustite bovina: revisão de literatura. *Revista CFMV* 37:29-36.
- Siqueira V., Bernis W. & Bernis F. (2000). Acropostite bovina: nova técnica cirúrgica e seu tratamento. En: *Congresso Brasileiro de Cirurgia e Anestesiologia Veterinária*.
- Tribulo H. (2007). Relación toro/vacas. *La Ganadería.org*. Publicado en internet, disponible en: http://www.laganaderia.org/15/index.php?option=com_content&view=article&id=66:relaciono-vacas&catid=1:timas&Itemid=41.



Agribusiness: What do young graduates of schools and business faculties in Mexico think about entrepreneurship in the agricultural sector?

Agronegocios: ¿Qué piensan los jóvenes egresados de escuelas y facultades de negocios en México sobre el emprendimiento en el sector agropecuario?

Alvarado-Lagunas, Elías^{1*}; Antonio-Anderson, Ceyla²; Ortiz-Rodríguez, Jeyle¹

¹Universidad Autónoma de Nuevo León. Av. Universidad s/n. Ciudad Universitaria, San Nicolás de los Garza, N. L., México. C. P. 66455. ²Universidad Autónoma de Coahuila. Carretera 57 km 4.5, Zona Universitaria, Monclova, Coahuila, México. C. P. 25710

*Autor de correspondencia: eliaxalvarado@gmail.com

ABSTRACT

Objective: To know what young graduates of schools and business faculties in Mexico think about undertaking (or investing) in the agricultural sector and identify what are the determining factors that affect how to start an agribusiness.

Design/methodology/approach: A sample of 3,213 young graduates from a database generated by the Business Development Center of the Universidad Autónoma de Nuevo León during the first quarter of 2019 was used. With the information collected a model was made of structural equations that explain the way in which young people classify their perceptions on the subject of study.

Results: Young graduates of schools and business faculties in the south of the country give greater weight (44.3%) to the commitment they consider to have with Mexican agriculture and to the satisfaction of knowing that if they undertake an agribusiness, they will help their communities, while young graduates from the north of the country value more the economic remuneration they could generate if they start a business of this type (35.4%).

Study limitations/implications: The work performed is not comparable and generalizable, so that expanding the population or sample at regional or national level, the research would have a scope of representative analysis on the phenomenon of study.

Findings/conclusions: Most of the young people surveyed seem to have a positive perception about the importance of the agricultural sector. However, more than half of the sample interviewed (57.9%) argues that it would not put an agribusiness in this sector.

Keywords: agribusiness, agricultural sector, entrepreneurship, structural equations.

RESUMEN

Objetivo: Conocer qué piensan los jóvenes egresados de escuelas y facultades de negocios en México sobre el emprender (o invertir) en el sector agropecuario e identificar cuáles son los factores determinantes que inciden para comenzar un agronegocio.

Agroproductividad: Vol. 13, Núm. 3, marzo. 2020. pp: 37-46.

Recibido: noviembre, 2019. **Aceptado:** febrero, 2020.



Diseño/metodología/aproximación: Se empleó una muestra de 3,213 jóvenes egresados proveniente de una base de datos generada por el Centro de Desarrollo Empresarial de la Universidad Autónoma de Nuevo León durante el primer trimestre del 2019. Con la información recabada se efectuó un modelo de ecuaciones estructurales que permite explicar la forma en la que los jóvenes clasifican sus percepciones sobre el tema de estudio.

Resultados: La investigación demuestra que los jóvenes egresados de escuelas y facultades de negocios del sur del país le dan mayor peso (44.3%) al compromiso que consideran tener con el agro mexicano y a la satisfacción de saber que si emprenden un agronegocio, ayudarán a sus comunidades, mientras que los jóvenes egresados del norte del país valoran más las remuneraciones económicas que podrían generar si emprenden un negocio de este tipo (35.4%).

Limitaciones del estudio/implicaciones: El trabajo realizado no es comparable y generalizable, de manera que ampliar la población o muestra a nivel regional o nacional, la investigación tendría un alcance de análisis representativo sobre el fenómeno de estudio.

Hallazgos/conclusiones: La mayor parte de los jóvenes encuestados parece tener una percepción positiva acerca de la importancia del sector agropecuario. Sin embargo, más de la mitad de la muestra entrevistada (57.9%) argumenta que no pondría un agronegocio en este sector.

Palabras clave: agronegocio, sector agropecuario, emprendimiento, ecuaciones estructurales.

Del mismo modo, la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) (2000a y 2000b) y la Organización de las Naciones Unidas (ONU) (2005), enfatizan que existen algunas limitantes que impide el aprovechamiento pleno de estas oportunidades, tales como un mercado o inserción laboral inestable en los países de Latinoamérica, incluyendo a México. En otras palabras, la escasez de empleos y condiciones laborales en extremo precarias (Navarrete, 2001; Oliveira, 2006 y 2009; Espejo y Espíndola, 2015; Sunkel, 2015) desaniman la motivación y actitud de la fuerza de trabajo más joven, y más aún cuando son para el sector agropecuario, ya que entre los jóvenes se considera que emplearse en cualquiera de las actividades del agro mexicano equivale a desempeñar un trabajo no bien remunerado y nada rentable porque prevalece la noción de que estos trabajos son para aquellas personas que viven en zonas rurales, marginadas o de pobreza (Macías, 2013). Esta forma de pensar pone en riesgo al campo mexicano porque si los jóvenes ya no quieren emprender o trabajar en actividades relacionadas con el sector agropecuario, queda la inquietud por saber quiénes lo harán; sin duda, un asunto de interés colectivo.

A pesar de que en México existen programas del gobierno federal que apoyan a las personas emprendedoras en cualquier sector económico del país (Programa de Fomento al Autoempleo, Programa de Apoyo a Jóvenes Emprendedor es Agrario, Programa de Apoyo para la Productividad de la Mujer Emprendedora y Programa Nacional de Financiamiento a Microemprendedores), pocas veces los jóvenes emprendedores lo hacen en el sector agrope-

INTRODUCCIÓN

Siempre ha habido alguna, el tema de emprendimiento ha tenido una participación creciente en el ámbito académico, político, económico y social en México. Alvarado *et al.* (2018), Baptista *et al.* (2014), Rodríguez y Palavicini (2013), Sigalla y Carney (2012) y Taxis *et al.* (2016) señalan que el emprendimiento tiene su origen en el quehacer e intercambios de bienes y servicios en los negocios y pueden ser catalogados como un instrumento de combate a la pobreza, desempleo, delincuencia y migración. Por lo tanto, los gobiernos locales deben apoyar a las personas para que emprendan un negocio, ya que con éstos se genera un impacto en el bienestar de la población a través de la creación de empleo y derrame económico en los sectores económicos de una nación.

Bajo este contexto, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (2015) reconoce la importancia del emprendimiento de los agronegocios en el territorio mexicano, ya que según Pérez (2018), Correa (2017) y Edwards y Shultz (2005), el emprendimiento de los agronegocios son indispensables en el desarrollo de las áreas agrícolas y pecuarias de cualquier país, debido a que a través de estas actividades se integran tecnologías y capital humano que permiten evolucionar el sector primario de una economía (como México). Lo anterior se traduce en mejores oportunidades de empleos que, a su vez, garantizan niveles adecuados de remuneración y bienestar social.

cuario (Rivera et al., 2016; González et al., 2012). Esta situación da lugar a la duda de saber la percepción de los jóvenes que estudian en escuelas y facultades de negocio sobre el emprendimiento, específicamente de un agronegocio, siendo la pregunta central: ¿cuáles son los factores que influyen para que los jóvenes egresados decidan emprender en el sector agropecuario?

Bajo este escenario, el Centro de Desarrollo Empresarial (CEDEEM) de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL), con apoyo de diez universidades y un instituto^[3] distribuidos en todo México, se dieron a la tarea de recabar información sobre el tema del emprendimiento en un agronegocio con ayuda de los cuerpos académicos afiliados (CAA)^[4]. Es necesario destacar que el CEDEEM tiene como objetivo promover el desarrollo empresarial de las diferentes regiones del país, mediante la vinculación de sus estudiantes y profesores con la investigación aplicada en los negocios en los diferentes sectores económicos, sociedades y entornos en donde se encuentran ubicadas geográficamente los CAA.

Tomando como referencia la base de datos generada por el CEDEEM, el presente trabajo tiene como objetivo conocer los factores que inciden para que los jóvenes egresados de escuelas y facultades de negocios (JEEF) de México decidan emprender en el sector agropecuario, específicamente en un agronegocio. Para lograr este propósito, se analiza el impacto de las dimensiones culturales, estructurales, psicológicas y económicas de los jóvenes y con estas dimensiones se realiza un modelo de ecuaciones estructurales (SEM por sus siglas en inglés), el cual permite identificar e integrar la forma en la cual los JEEF construyen sus percepciones acerca del tema de estudio.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para determinar la caracterización y la percepción de los JEEF, el CEDEEM de la UANL junto con la RPICE (Red de Productividad, Innovación y Competitividad Empresarial) diseñaron una encuesta semiestructurada para aplicarla a los jóvenes egresados de diferentes universidades pú-

blicas del país durante el primer trimestre del año 2019. Se llevó a cabo un muestreo no probabilístico que combinó el muestreo por cuotas con el casual o incidental. Este último muestreo consiste en que los encuestadores de los CAA seleccionan de manera intencional del registro de seguimiento de egresados aquellos jóvenes que van a ser encuestados, mientras que el muestreo por cuotas consiste en facilitar al encuestador el perfil de estos jóvenes dejando a su criterio la elección de los mismos, siempre y cuando cubran el perfil de población deseado. En total, se recabaron 3,213 encuestas, 2,089 JEEF ubicados en la región norte y 1,124 JEEF en la región sur del país.

El instrumento aplicado está constituido por 40 preguntas organizadas en dos bloques: en el primero se preguntó por el municipio en el que los jóvenes radican, lugar de origen, género, edad, escolaridad, sector económico y trabajo; en el segundo bloque se inquirió acerca de su percepción sobre el emprendimiento de un agronegocio en los sectores económicos del país, en específico, en el sector agropecuario (abarcando las dimensiones culturales, económicas, estructurales y psicológicas).

Para medir la percepción de los jóvenes mexicanos sobre el emprendimiento de un agronegocio, se aplicó la escala Likert con una valoración del 1 al 7, siendo 1=totalmente en desacuerdo, 2=moderadamente en desacuerdo, 3=débilmente en desacuerdo, 4=ni de acuerdo ni en desacuerdo, 5=débilmente de acuerdo, 6=moderadamente de acuerdo y 7=totalmente de acuerdo (véase Cuadro 1 para conocer la redacción completa de las preguntas).

Para observar la percepción de los jóvenes de la muestra recabada se aplica un modelo de ecuaciones estructurales con las variables antes mencionadas en dos etapas: el de medición y el estructural. La primera etapa consiste en realizar un análisis factorial confirmatorio (AFC), el cual refleja la relación que existe entre las variables latentes (constructos o factores) y los indicadores manifiestos (variables observadas); en la segunda etapa se

³ Para obtener la muestra de la investigación se tuvo la colaboración de la Universidad Autónoma de Baja California, Universidad Autónoma de Coahuila, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Universidad Autónoma de Guerrero, Universidad Autónoma de Nuevo León, Universidad del Istmo, Universidad Autónoma de Querétaro, Universidad de Quintana Roo, Universidad Veracruzana, Universidad Autónoma de Zacatecas y el Instituto Tecnológico de Sonora.

⁴ En el levantamiento de encuestas se tuvo la colaboración de catorce cuerpos académicos dirigidos por la red de investigación denominada "Red de Productividad, Innovación y Competitividad Empresarial" compuesta por los siguientes cuerpos académicos: UAEH-CA-85, UABC-CA-256, UACOH-CA-90, UAGRO-CA-16, UANL-CA-242, UANL-CA-381, UANL-CA-386, UAQ-CA-133, ITSON-CA-035, UV-CA-306, UV-CA-335, UNISTMO-CA-16, UAZ-CA-206 y COL-0169-48, los cuales están distribuidos en las regiones objeto de estudio.

Cuadro 1. Escalas de medición de las variables.

Variable	Descripción del ítem	Media	Desviación estándar
Conocimiento	Tengo la oportunidad de adquirir nuevos conocimientos sobre el negocio de mi interés.	5.67	1.55
Habilidades	Tengo la oportunidad de adquirir nuevas habilidades para desarrollar un negocio.	5.66	1.46
Consejos	Tengo acceso a comentarios específicos sobre cosas que hago bien o pudiera mejorar en mis ideas o metas de negocio.	5.32	1.48
Motivación	¿Se encuentra usted motivado para emprender un negocio en el corto plazo?	5.30	1.60
Información	Tengo acceso a información del negocio que quiero llevar a cabo.	5.40	1.59
Participación	Tuve la oportunidad de participar en la incubadora de negocios o proyectos académicos de mi centro de estudios.	4.58	1.75
Tiempo	Tengo tiempo suficiente para realizar los requerimientos para emprender.	4.72	1.65
Materiales	Tengo acceso a todos los recursos materiales necesarios para realizar mi idea de negocio.	4.20	1.78
Humanos	Tengo acceso a todos los recursos humanos necesarios (docentes, familiares, amigos, etc.) para asesorarme o capacitarme en el emprendimiento de un negocio.	4.89	1.67
Capaz	Soy capaz de realizar el emprendimiento de un negocio con mis habilidades adquiridas hasta el día de hoy.	5.19	1.54
Autonomía	Tengo libertad para decidir el giro de negocio que yo quiera.	5.64	1.45
Contribución	Si pongo mi negocio, contribuirá a un mejor bienestar de localidad.	5.55	1.47
Impacto	El giro de mi idea de negocio tendrá un impacto significativo en quienes daré el servicio.	5.56	1.40
Oportunidad	Tuve oportunidad para desarrollar mis estudios y emprender un micronegocio al mismo tiempo.	4.90	1.67
Comprometido	Me siento fuertemente comprometido con el campo mexicano.	5.19	1.60
Orgullo	Me siento motivado a crear un agronegocio para apoyar a mi país.	5.01	1.68
Gobierno	Realmente me sentiría afortunado si el gobierno me apoya para emprender un agronegocio (a través de un crédito, subsidio, capacitación, etc.).	5.56	1.59
Leal	Sin pensarlo, pondría un agronegocio porque me siento comprometido con la madre tierra y con la gente que la trabaja.	5.15	1.67
Empatía	Realmente siento los problemas de agro mexicano como propios.	4.77	1.68
Valor	Sentiría orgullo de poner un agronegocio en mi municipio.	5.40	1.64
Salario	Considero que un agronegocio está bien remunerado dadas las situaciones actuales (cambio climático, crisis alimentarias, productos orgánicos, etc.).	4.88	1.65
Competitivo	Considero que las remuneraciones que se perciben por un agronegocio son competitivas en el mercado laboral.	4.90	1.53
Prestaciones	Las remuneraciones del sector primario me motivan a emprender un agronegocio.	4.77	1.59
Estabilidad	Considero que los salarios de un agronegocio me darían estabilidad económica.	4.87	1.58
Disfrutar	Disfrutaría ampliamente el emprendimiento de un agronegocio.	5.27	1.65
Emprender	Tengo libertad y autonomía para emprender un agronegocio.	4.91	1.67
Apoyo	Estuve satisfecho con la oportunidad que mi centro de estudios me brindó para emprender un agronegocio.	4.72	1.70
Familia	Estoy satisfecho con la oportunidad que mi familia y amigos me brindan para emprender un agronegocio.	4.97	1.63
Talento	Tengo oportunidades de utilizar mi talento para emprender un agronegocio.	5.04	1.65
Formación	Estoy satisfecho con las oportunidades de formación o superación profesional que me ofreció mi centro de estudios para el desarrollo de un negocio.	5.14	1.58
Decisión	Considero que el emprendimiento de un agronegocio es indispensable en mi localidad, y no importa mi formación profesional.	5.18	1.58

Fuente: Elaboración propia.

cuantifica la relación existente entre las variables latentes (Peña, 2002; Revelle, 2004; Manzano, 2017).

En primera instancia se llevó a cabo el AFC, el cual permitió conocer y confirmar a priori el número de variables latentes y establecer restricciones sobre los elementos de la matriz de cargas. Con la aplicación de la técnica de componentes principales las 31 preguntas en escala de Likert se pueden reducir a cuatro factores con los que se explica el 68.6% de la variabilidad total. A su vez, estos factores representan las dimensiones de la percepción de los jóvenes sobre el emprendimiento de un agronegocio, de manera general, en las regiones de estudio (Figura 1).

Una vez identificadas las cuatro dimensiones se propuso validar el modelo estructural, tal y como lo muestra la figura anterior, con la finalidad de verificar si los coeficientes estimados y presentados en dicho modelo eran significativos y si no variaban para los diferentes grupos considerados de manera simultánea. Asimismo, se agregaron dos componentes moderadores para ver el impacto de la percepción de los jóvenes. El primero de ellos fue sobre la satisfacción (*satisfacción*) que tenían en el momento del levantamiento de la encuesta; dicha satisfacción podría explicar la decisión emotiva de emprender un agronegocio en relación con el apoyo recibido por parte de la familia, el profesionalismo y el talento. El segundo componente que se agregó fue el de empleabilidad (*empleabilidad*), que consiste en saber si los jóvenes en efecto van llevaron a cabo el agronegocio en su localidad.

Por último, es importante resaltar en este estudio se muestran los índices que presentaron un mejor ajuste

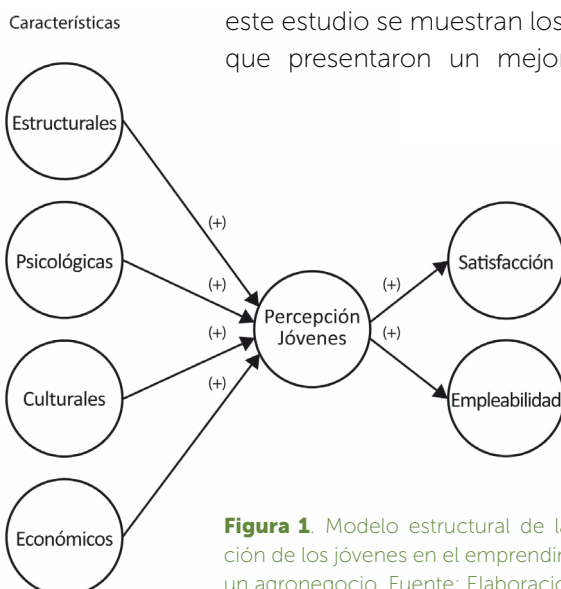


Figura 1. Modelo estructural de la percepción de los jóvenes en el emprendimiento de un agronegocio. Fuente: Elaboración propia.

para la investigación, y que por cuestiones de espacio se deciden omitir los restantes (para un análisis más detallado sobre las medidas de ajuste para un modelo SEM, véase Henseler et al., 2009; Littlewood y Bernal, 2011 y Hair et al., 2017).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El Cuadro 2 presenta los resultados del análisis de frecuencias en el que se observa que existe un mayor porcentaje de mujeres (58%) que de hombres (42%) en la muestra recabada. Asimismo, se aprecia que la edad promedio de las personas encuestadas es similar en los dos grupos poblacionales, la cual fue de 23.4 años; la mayoría de los jóvenes encuestados reportó estar entre los 21 y 27 años. Se observó también que a la mayoría de los JEEF del norte al concluir sus estudios están trabajando en empresas con giro comercial (25.8%), mientras que los JEEF del sur, en empresas de servicios (35.6%). Respecto a la pregunta de implementar un agronegocio en caso de que el gobierno les otorgara un crédito o subsidio, la mayoría de los JEEF del norte y sur respondieron que sí (84.7 y 82.6%, respectivamente), sin embargo, al preguntarles en qué sector económico les gustaría emprender, la muestra total coincide que en el sector terciario (77.2%).

Respecto al análisis inferencial, en el Cuadro 3 se presenta la matriz de componentes rotados del análisis factorial de componentes principales (AFCP) (para la muestra total, ya que, por cuestiones de espacio, se omitieron las matrices de cargas factoriales para los datos de los JEEF del norte y sur), cuya aplicación redujo las treinta y un preguntas iniciales a cuatro factores o grupos con los que se explica cerca del 68.6% de la variabilidad total y que representan las dimensiones de la percepción de los JEEF encuestados.

Estimaciones del modelo estructural para la muestra total de JEEF

La Figura 2 muestra las estimaciones realizadas a través del SEM propuesto para la muestra total, la cual comprende a los JEEF del norte y sur. Se aplica la regla general de aceptar aquellos ítems con cargas estandarizadas iguales o superiores a 0.70, ya que las variables latentes que cuentan con un peso externo mayor a dicha cantidad resultan ser significativas (Henseler et al., 2015).

Los resultados obtenidos conducen a aceptar la premisa central del estudio, es decir, se evidencia que las relaciones directas e indirectas entre las variables latentes

Cuadro 2. Características generales de la muestra de JEEF.

Componente		Muestra total		JEEF-Norte		JEEF-Sur	
		Frecuencia	%	Frecuencia	%	Frecuencia	%
Sexo	Hombre	1349	42.0	954	45.7	395	35.1
	Mujer	1864	58.0	1135	54.3	729	64.9
	Total	3213	100.0	2089	100.0	1124	100.0
Edad	Menos de 21 años	233	7.3	110	5.3	133	11.8
	De 21 a 27 años	2911	90.6	1940	92.9	961	85.5
	De 28 a 30 años	60	1.9	34	1.6	26	2.3
	Más de 31 años	9	0.2	5	0.2	4	0.4
	Total	3213	100.0	2089	100.0	1124	100.0
Escolaridad	Carrera universitaria	2765	86.1	1831	87.6	933	83.0
	Posgrado	448	13.9	258	12.4	191	17.0
	Total	3213	100.0	2089	100.0	1124	100.0
¿En qué tipo de empresa te gustaría trabajar?	Giro agrícola/pecuario	221	6.9	180	8.6	41	3.6
	Giro comercial	938	29.2	538	25.8	276	24.6
	Giro servicios	715	22.3	439	21.0	400	35.6
	Giro tecnológico	436	13.6	255	12.2	181	16.1
	Giro industrial	581	18.1	455	21.8	126	11.2
	Otra	322	10.0	222	10.6	100	8.9
	Total	3213	100.0	2089	100.0	1124	100.0
¿En qué sector económico te gustaría emprender?	Sector primario	303	9.4	241	11.5	62	5.5
	Sector secundario	429	13.4	327	15.7	102	9.1
	Sector terciario	2481	77.2	1521	72.8	960	85.4
	Total	3213	100.0	2089	100.0	1124	100.0
Apoyo del gobierno	Sí	515	16.0	1770	84.7	928	82.6
	No	2698	84.0	319	15.3	196	17.4
	Total	3213	100.0	2089	100.0	1124	100.0

Fuente: Elaboración propia.

que existen en ambos grupos de muestras son similares, por ejemplo, el efecto directo que tienen las características estructurales (estructurales) influye positiva y significativamente en los aspectos psicológicos de los jóvenes al momento de emprender un negocio (psicológicos) con un 74.6%. De este modo, la autonomía, la capacidad y la contribución (factores básicos de autoestima, decisión y logro) son elementos clave para incrementar el compromiso, el orgullo, la lealtad y la empatía (culturales) con el agro mexicano en un 49.6%. A su vez, los aspectos culturales que tienen o que se les inculcan a los JEEF

en sus universidades impactan en sus aspiraciones económicas en un 57.3% al momento en que deciden emprender o entrar al mercado laboral (económicos). Por lo tanto, se evidencia que existe una correlación entre las cuatro dimensiones (estructural, psicológica, cultural y económica), a la vez que una percepción (sea buena o mala) puede alterar a otra, por ejemplo, la percepción que se tiene en las características estructurales podría afectar, indirectamente, a los aspectos psicológicos y culturales y, por consecuencia, a las aspiraciones económicas; esto ocasionaría insatisfacción o una percepción

negativa de los jóvenes sobre el emprendimiento de un negocio en el agro mexicano.

De manera general, se puede argumentar que las variables con más impacto (de mayor a menor grado) sobre la percepción que tienen los JEEF en el emprendimiento de un agronegocio en esta muestra estriban en el entorno cultural (39.1%), las aspiraciones económicas (30.7%), los factores psicológicos (21.8%) y las características estructurales (18.6%). Sin duda, estas cuatro dimensiones muestran una percepción positiva (satisfacción) de los jóvenes de querer o pensar

emprender un agronegocio. Esto se puede corroborar con la dimensión de satisfacción, determinada, a su vez, por las satisfacciones profesionales, personales y familiares, la cual tiene un peso de 0.914 relacionado sobre todo con la última categorización, mientras que la empleabilidad tiene una ponderación de 0.763 en relación con la percepción que tienen los jóvenes con el tema del emprendimiento en el agro mexicano. Por lo tanto, se puede concluir que la percepción de los jóvenes se explica por estos cuatro factores, ya que el valor de R^2 obtenida es de 0.855.

Estimaciones del modelo estructural para las muestras de JEEF del norte y sur

En lo que respecta a las submuestras de JEEF, la Figura 3 presenta los resultados del modelo estructural para los JEEF del norte, en donde se aprecia que los aspectos de remuneración o económicos constituyen un factor que influye con relevancia en la percepción de los jóvenes de esta región para emprender un negocio (35.4%). Esto puede deberse a la cultura emprendedora y trabajadora que caracteriza a los estados del norte del país (33.8%), seguido de los rubros psicológicos y estructurales con un 24.3 y 17.2%, respectivamente. La R^2 obtenida para esta submuestra es de 0.852.

Por último, en la Figura 4 se observa que las variables con más impacto sobre la percepción en el tema del emprendimiento de un agronegocio por parte de los JEEF del sur son (de mayor a menor grado) los aspectos culturales (44.3%), económicos (27.0%), características estructurales (21.0%) y psicológicos (17.8%). En resumen, estas cuatro dimensiones explican positiva-

mente el grado de satisfacción sobre el "pensar querer" en un futuro emprender un agronegocio. La R^2 obtenida para esta submuestra es de 0.861.

CONCLUSIONES

En este trabajo se realiza un análisis de percepción sobre el interés o intención de emprender un agronegocio en un futuro por parte de los JEEF y mediante un modelo de ecuaciones estructurales se encuentra que la mayor parte de los jóvenes encuestados parece tener una percepción positiva acerca de la importancia del agro mexicano. Sin embargo, más de la mitad de la muestra entrevistada (57.9%) argumenta que no pondría un agronegocio relacionado al sector agropecuario.

Sin duda, el análisis realizado por el SEM ofreció

información relevante sobre la percepción que tienen los jóvenes respecto a la idea de emprender un agronegocio. Este método nos ha permitido comprobar que la forma en la que los jóvenes construyen sus percepciones sobre el tema del emprendimiento en el agro mexicano es diferente en las muestras obtenidas de los JEEF, ya que diversos aspectos como los programas académicos o el entorno cultural de cada región donde estudiaron impactan significativamente en las futuras decisiones que vayan a tomar con respecto al tema de estudio. Otro factor de gran relevancia para la decisión de emprender un agronegocio en las submuestras de los JEEF son las aspiraciones o posibles remuneraciones que los jóvenes desean obtener al momento de emprender; dicha dimensión juega un papel de gran importancia en la percepción de los encuestados principalmente en la muestra de los JEEF del norte.

Cuadro 3. Matriz de componentes rotados por AFPC.

Variables	Componentes			
	1	2	3	4
Conocimiento	0.815			
Habilidades	0.817			
Consejos	0.726			
Motivación	0.605			
Información	0.602			
Participación	0.651			
Tiempo	0.760			
Materiales	0.838			
Humanos	0.705			
Capaz		0.606		
Autonomía		0.709		
Contribución		0.671		
Impacto		0.677		
Oportunidad		0.663		
Comprometido			0.731	
Orgullo			0.801	
Gobierno			0.683	
Leal			0.798	
Empatía			0.765	
Valor			0.755	
Salario				0.778
Competitivo				0.807
Prestaciones				0.730
Estabilidad				0.723

Se han elegido los factores cuyo valor propio supera el nivel de 0.60 y, para facilitar su interpretación, se aplicó el método de rotación Varimax (Holgado, Suárez y Morata, 2019). Fuente: Elaboración propia.

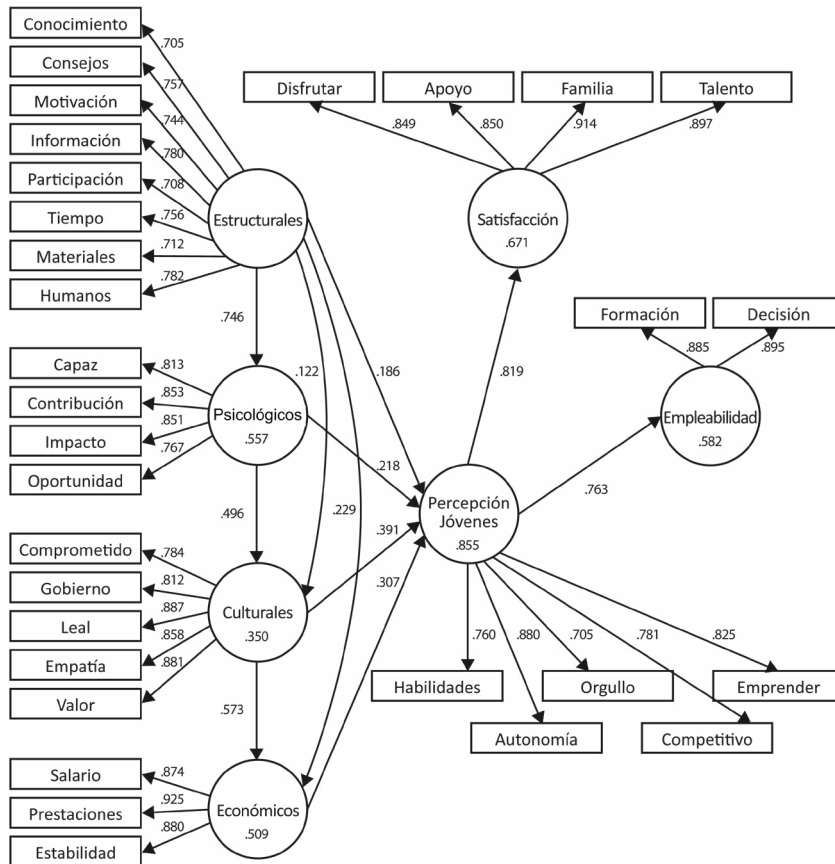


Figura 2. Estimaciones del modelo estructural para la muestra total de JEEF. Fuente: Elaboración propia.

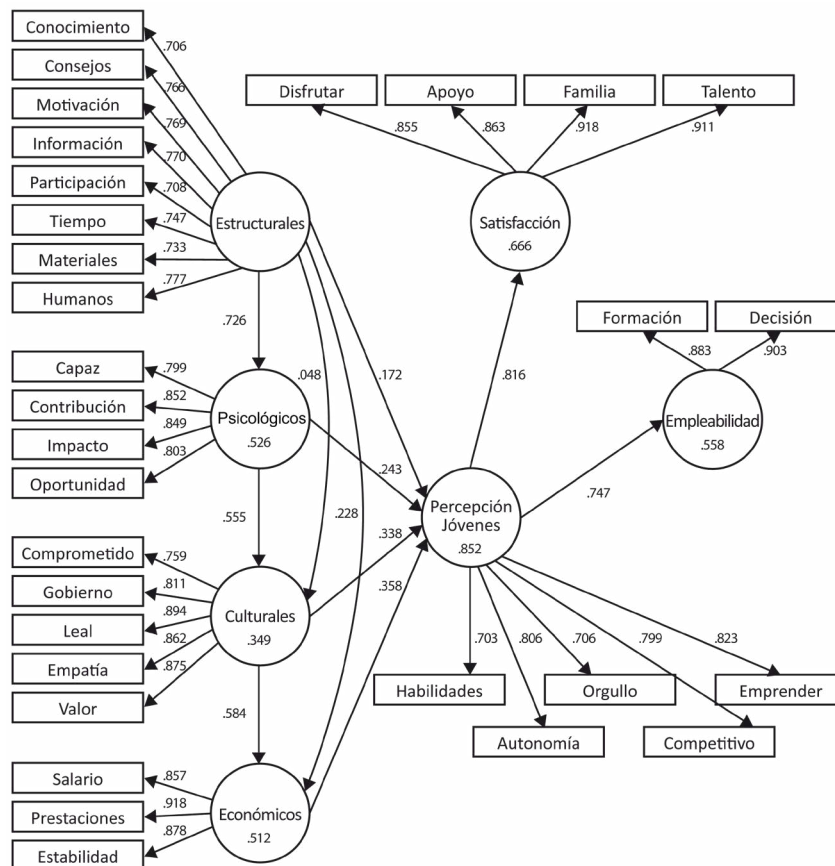


Figura 3. Estimaciones del modelo estructural para los JEEF del norte. Fuente: Elaboración propia.

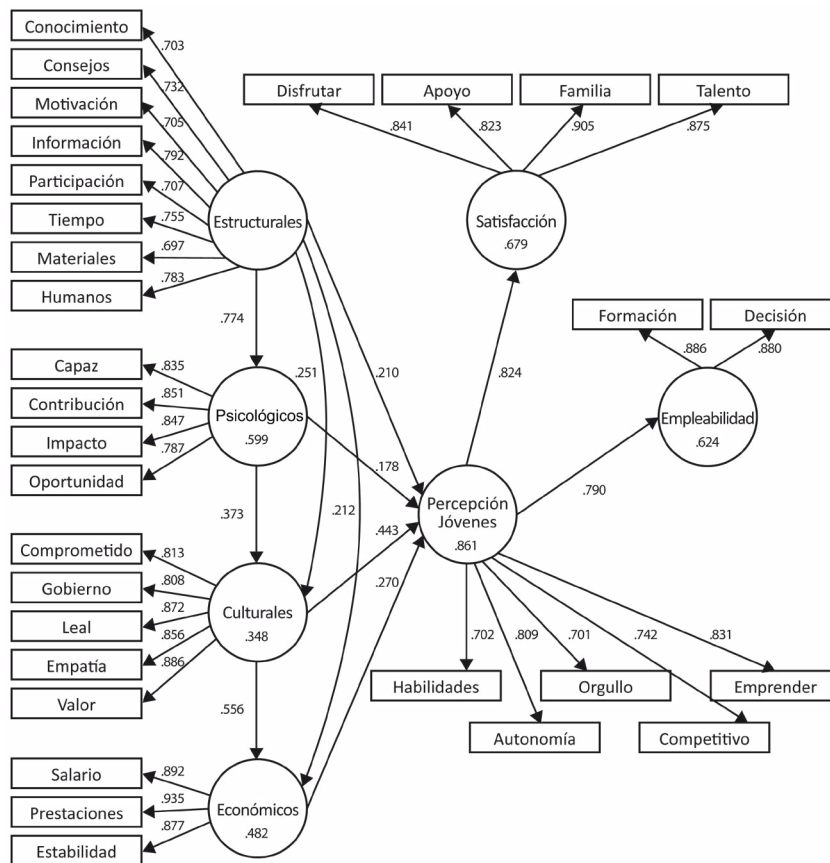


Figura 4. Estimaciones del modelo estructural para los JEEF del sur. Fuente: Elaboración propia.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a todos los cuerpos académicos que hicieron posible la culminación de esta investigación (UAEH-CA-85, UABC-CA-256, UACOA-CA-90, UAGRO-CA-16, UANL-CA-242, UANL-CA-381, UANL-CA-386, UAQ-CA-133, ITSON-CA-035, UV-CA-306, UV-CA-335, UNISTMO-CA-16, UAZ-CA-206 y COL-0169-48), así como los centros de investigación de la Universidad de Quintana Roo y la Universidad de los Llanos.

LITERATURA CITADA

- Alvarado, E., M. C. Dávila, M. A. Vázquez. (2018). Factors that influence the continuity and survival of a micro-business in Mexico. *Contaduría y Administración* 63: 1–20. <http://dx.doi.org/10.22201/fca.24488410e.2018.1281>.
- Baptista, R., Karaöz M., Mendonça J. (2014). The impact of human capital on the early success of necessity versus opportunity-based entrepreneurs. *Small Business Economics* 42: 831–847. <https://dx.doi.org/10.1007/s11187-013-9502-z>.
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe). (2000a). La brecha de la equidad: una segunda evaluación (LC/G.2096). Santiago de Chile, Chile. Boletín CEPAL (mayo): 61–78. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/3246-la-brecha-la-equidad-segunda-evaluacion>.
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe). (2000b). Equidad, desarrollo y ciudadanía (LC/G.2071/Rev.1-P). Santiago de Chile, Chile. Boletín CEPAL (agosto): 93–139. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/2686-equidad-desarrollo-ciudadania-version-definitiva>.
- Correa, G. (2017). El deber ser en los agronegocios. *Revista de la Universidad de La Salle*, 72: 253-274. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6039220>.
- Edwards, M., Shultz C. (2005). Reframing Agribusiness: Moving from farm to Market Centric. *Journal of Agribusiness* 23: 57–73. <https://dx.doi.org/10.22004/ag.econ.59611>.
- Espejo, A., Espinola E. (2015). La llave maestra en la inclusión social juvenil: educación y empleo. En Trucco D., Ullmann H. (coords). *Juventud: realidades y retos para un desarrollo con igualdad*. Libros de la CEPAL, N° 137 (LC/G.2647-P) Santiago de Chile, Chile. pp: 23–65. <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/39695>.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2015). Sistema de información técnica sobre agronegocios y comercialización. Primera edición <http://www.fao.org/family-farming/detail/es/c/298292/> (Consulta: marzo 2019).
- González, O., Bonilla M., Rivera J. (2012). Los agronegocios y su institucionalidad en México. *Revista Desarrollo Local Sostenible* 6(16): 2–11. <https://www.uv.mx/iiesca/files/2013/04/12ca201202.pdf>
- Hair, J., Hult G., Ringle C., Sarstedt, M. (2017). *A primer on partial least squares structural equation modeling*. Thousand Oaks: Sage.
- Henseler, J., Ringle C., Sarstedt, M. (2015). A new criterion for assessing discriminant validity in variance-based structural equation modeling. *Journal of the Academy of Marketing Science* 43: 115–135. <https://doi.org/10.1007/s11747-014-0403-8>.
- Henseler, J., Ringle, C., Sinkovics, R. (2009). The use of partial least squares path modeling in international marketing. *Advances*

- in *International Marketing* 20: 277–319. https://www.research.manchester.ac.uk/portal/files/33613852/FULL_TEXT.PDF.
- Holgado, F., Suárez J., Morata M. (2019). Modelos de ecuaciones estructurales desde el Path Analysis al Análisis Multigrupo. Editorial Sanz y Torres, Madrid, España.
- Littlewood, H., Bernal E. (2011). Mi primer modelamiento de ecuación estructural. LISREL. ITESM, México.
- Macías, A. (2013). Introducción. Los pequeños productores agrícolas en México. *Carta Económica Regional*, 25: 7–18. <http://www.revistascientificas.udg.mx/index.php/CER/article/viewFile/5490/5042>.
- Manzano, A. (2017). Introducción a los modelos de ecuaciones estructurales. *Investigación en Educación Médica* 7: 67–72. <http://dx.doi.org/10.1016/j.riem.2017.11.002>.
- Navarrete, E. (2001). Juventud y trabajo: un reto para principios de siglo, Editorial El Colegio Mexiquense, Zinacantepec.
- Oliveira, O. (2006). Jóvenes y precariedad laboral en México. *Papeles de población* 12: 37–73. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-74252006000300003
- Oliveira, O. (2009). El trabajo juvenil en México a principios del siglo XXI. *Revista Renglon* 61: 37–70. <http://hdl.handle.net/11117/241>
- ONU (Organización de las Naciones Unidas). (2005). Objetivos de desarrollo del Milenio: Una mirada desde América Latina y el Caribe (LC/G.2331-P), J.L. Machinea, A. Bárcena y A. León (coords.). Publicación de las Naciones Unidas, N° de venta: S.05.II.G.107. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/2797-objetivos-desarrollo-milenio-mirada-america-latina-caribe>
- Peña, D. (2002). Análisis de datos multivariantes. Editorial: McGraw-Hill/Interamericana, Madrid.
- Pérez, O. (2018). Agronegocios en México: Competitividad y desafíos. Editorial Qartuppi. 132 p.
- Revelle, W. (2004). *An Introduction to Psychometric Theory with Applications* Lawrence Erlbaum Associates.
- Rivera, R., López, N. y A. Mendoza. (2016). Políticas de apoyo a la productividad de la microempresa informal ¿Dónde está México? *Revista Problemas del Desarrollo*, 184: 87–109. <http://www.scielo.org.mx/pdf/prode/v47n184/0301-7036-prode-47-184-00087.pdf>.
- Rodríguez, A. y E. I. Palavicini. (2013). Does local economic development really work? Assesing LED across Mexican municipalities. *Geoforum* 44: 303–315. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2012.07.010>.
- Sigalla, R., Carney, S. (2012). Poverty reduction through entrepreneurship: Microcredit, learning and ambivalence amongst women in urban Tanzania. *International Journal of Educational Development*, 32: 546–554. <https://doi.org/10.1016/j.ijedudev.2012.02.011>.
- Sunkel, G. (2015). El acceso de los jóvenes a la cultura en la era digital en América Latina. En Trucco, D. y H. Ullmann (coords). *Juventud: realidades y retos para un desarrollo con igualdad*. Libros de la CEPAL, N° 137 (LC/G.2647-P) Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). pp: 171–204. <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/39698>.
- Taxis, M., Ramírez M., Aguilar J. (2016). Microempresas de base social y sus posibilidades de supervivencia. *Contaduría y Administración*, 61: 551–567. <https://doi.org/10.1016/j.cya.2015.04.001>.



Socioeconomic characteristics of the habanero chili (*Capsicum chinense* Jacq) producers, in Campeche, Mexico

Características socioeconómicas de los productores de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq), en Campeche, México

Monsalvo-Espinosa, José Avelardo¹; Coh-Méndez, Domingo¹; Carrillo-Ávila, Eugenio^{1*}; Santillán-Fernández, Alberto¹; Arreola-Enríquez, Jesús¹; Osnaya-González, Mónica Leticia¹

¹Colegio de Posgraduados Campus Campeche. Carretera Federal Haltunchén-Edzná km 17.5, Si-hochac, Champotón, Campeche, México. C. P. 24450.

*Autor para correspondencia: ceugenio@colpos.mx

ABSTRACT

Objective: To identify the problematic faced by habanero chili producers in Campeche, Mexico, in order to provide a framework for the decision-making, as well as generating a baseline for further studies.

Design/methodology/approach: A set of indicators was constructed by applying the MESMIS method for the general characterization of the production system. The critical factors were identified on the basis of a participatory rural diagnosis, by selecting the producers who most explained the resolution of the critical points using indicators. A structured survey was applied to diagnose the technological level and the benefits from the activity.

Results: As a result, the producers were divided into four levels according to their productive and technological capacity, and the network of total exchanges which characterizes the production system was built.

Limitations of the study/implications: There were no technical limitations for the study. However, strong technical and economic constraints have been found for producers who grow habanero chili in Campeche.

Findings/conclusions: Despite the good results of the activity, its main limitations are as follows: insufficient management of irrigation water, lack of technology transfer, incidence of diseases and pests, excessive use of agrochemicals, lack of capital, inputs expensive, guaranteed prices non-existent, few commercial varieties, lack of added value, lack of organization among producers and poor marketing channels. If these limits are lifted, growing habanero chili will be a more profitable and competitive activity.

Key words: Local production, Technological level, Indicators.

RESUMEN

Objetivo: Identificar la problemática que enfrentan los productores de chile habanero en Campeche, proveer un marco de referencia para la toma de decisiones, así como generar una línea de base para estudios posteriores.

Diseño/metodología/aproximación: Se construyeron un conjunto de indicadores aplicando el método MESMIS para la caracterización general del sistema producto. Se identificaron los factores críticos sobre la base de un diagnóstico rural participativo, seleccionando a los productores que más explicaron la resolución de los puntos críticos usando indicadores. Se aplicó una encuesta estructurada para diagnosticar el nivel tecnológico y los beneficios derivados de la actividad.

Agroproductividad: Vol. 13, Núm. 3, marzo. 2020, pp: 47-54.

Recibido: octubre, 2019. **Aceptado:** enero, 2020.

Resultados: Como resultado se dividió a los productores en cuatro niveles según su capacidad productiva y tecnológica, y se construyó la red de intercambios totales que caracteriza al sistema producto.

Limitaciones del estudio/implicaciones: No se tuvieron limitaciones técnicas para la realización del estudio. En contraste se encontraron fuertes limitantes técnicas y económicas para los productores que cultivan chile habanero en Campeche.

Hallazgos/conclusiones: A pesar de los buenos resultados de la actividad, existen como principales limitantes: deficiente manejo del riego, escasa transferencia tecnológica, incidencia de enfermedades y plagas, uso excesivo de agroquímicos, falta de capital, insumos caros, carencia de precios de garantía, pocas variedades comerciales, falta de valor agregado, ausencia de organización de productores y deficientes canales de comercialización. Si esas limitantes son atendidas el cultivo de chile habanero será una actividad más rentable y competitiva.

Palabras clave: Producción local, Nivel tecnológico, Indicadores.

INTRODUCCIÓN

En el diagnóstico de sistemas de producción se utilizan diversas premisas conceptuales, que varían desde las que incluyen el análisis de tecnologías de producción, diversidad genética, biológica, nivel cultural, sustentabilidad (incluyendo evaluaciones productivas a cielo abierto o en sistemas protegidos), hasta las que toman en consideración temas de tipo comercial y diagnósticos histórico-productivos. Sin embargo, en los planes de desarrollo que se generan sobre algún cultivo se observa frecuentemente carencia de información relacionada con los principales problemas que lo aquejan (Apollin & Eberhart, 1999), por lo que antes de proponer alternativas de mejora, es necesario comprender las causas que dificultan la generación de nuevas propuestas de crecimiento.

En el presente estudio se presentan los resultados obtenidos de la realización de un diagnóstico socioeconómico de los productores de chile habanero (*Capsicum chinense*) en el estado de Campeche, México, que pueda ser utilizado como base para la generación de estra-

tegias de mejora del sistema de producción. Los frutos de chile habanero tienen un intenso picor por su alto contenido de capsaicinoides, de entre las 200,000 a 500,000 unidades "Scoville" (Cázares *et al.*, 2005) que le dan importancia en el mundo para usos gastronómicos (en fresco, condimento, colorante, salsas, pastas), farmacéutico (afrodisíaco, anti-disentérico, lociones, cremas), y en la industria química (elaboración de pinturas y barnices, gases lacrimógenos).

El 90% de la superficie cultivada se ubica en estados de la Península de Yucatán, con un rendimiento de alrededor de 25 t ha⁻¹. Sin embargo presenta en Campeche problemas técnicos, sociales, económicos y de organización, lo que da como resultado cosechas pobres (Rincones, 2009). Esto sustenta la importancia de generar información de base que permita conocer la situación actual del cultivo, identificar las zonas y la situación de la producción tradicional, las oportunidades para darle valor agregado, entre otras, con el objetivo de identificar la problemática que enfrentan los productores, proveer un marco de referencia para la toma de decisiones, generar una línea de base para estudios posteriores y contribuir al desarrollo del sistema producto.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio de investigación-acción-participativa cualitativa no experimental en los meses de noviembre de 2018 a marzo de 2019. La población de referencia fueron productores de chile habanero del estado de Campeche. Se definió el área de estudio y la valoración de la situación, usando el modelo modificado propuesto por Cadena *et al.* (2013), con la aplicación de una encuesta estructurada para realizar el diagnóstico.

Área de estudio

El trabajo se realizó en las áreas de producción de chile habanero del estado de Campeche, posicionado estratégicamente respecto de los mercados de los Estados Unidos, de Centroamérica y el Caribe. El estado tiene un medio físico favorable para el aprovechamiento de las actividades agropecuarias y forestales, y la economía se basa en el aprovechamiento de productos agrícolas, forestales y pesqueros.

Valoración de la situación

Se construyó un conjunto de indicadores aplicando el método MESMIS (Masera *et al.*, 1999) para la caracterización general del sistema producto. Se identificaron los factores críticos sobre la base de un diagnóstico rural

participativo (Schönhuth & Kievlitz, 1994). Se seleccionó, tras un proceso de ponderación, a los productores que más explicaron la resolución de los puntos críticos, usando, entre otros, los criterios e indicadores mostrados en el Cuadro 1, en el que se muestran los principales componentes de la encuesta.

Para encuestar se utilizó la metodología de Muñoz et al. (2007), basada en una secuencia de fórmulas matemáticas

para determinar: a) el valor de los indicadores, b) el valor de los criterios de diagnóstico, c) el índice general de la dinámica y d) el nivel tecnológico.

Método de muestreo

Se tuvo un listado de 84 productores, información proporcionada por el Sistema Producto Chile de Campeche (SisProCh), entre ellos algunos actores involucrados. Se calculó su proporción relativa y el tamaño de muestra

Cuadro 1. Definición instrumental de indicadores.

Componente	Criterio de diagnóstico	Indicador y definición instrumental
Identificación de atributos socioeconómicos	Características del productor	Edad, Escolaridad efectiva. Sexo (h, m), experiencia en la actividad, ¿Tiene vivienda propia?, ¿Cuántas personas viven actualmente en su vivienda?, ¿Cuántas personas participan en las actividades a las que se dedica?, ¿Pertenece a una organización?
	Empleo e ingresos	De todos los integrantes que participan en las actividades a las que se dedica, la siguiente información: Edad, Sexo, Parentesco, ¿Habla alguna lengua indígena?, ¿Cuál es el último año o grado de estudios?, ¿Tiene IMSS, ISSSTE, SEGURO POPULAR?
	Fuentes de ingresos	¿Tiene dinero ahorrado?, ¿Ha solicitado crédito o préstamo en los últimos 3 años?
	Posesión de activos	¿Tiene implementos, equipos y transporte para uso de la actividad?, ¿Posee parcelas o predios de uso agrícola, ganadera o forestal?, ¿De cuántas hectáreas es la parcela?, En los últimos 12 meses, ¿cuál fue el principal producto que cultivó?
Dinámica de la unidad de producción (UP) chile habanero	Características de las UP	¿Cuántos años lleva sembrando chile habanero?, ¿Cuál ha sido la superficie máxima que ha cultivado?, ¿Cuántas personas contrata?, ¿Qué variedad cultiva?, ¿Cuál es la tenencia de la tierra?, ¿Cuál es el tipo de suelo donde cultiva?, ¿Qué proporción de sus ingresos totales obtiene de su plantación?, ¿Qué cree que está pasando con su actividad productiva?, Costos de mantenimiento de la plantación. ¿Rendimiento obtenido del ciclo anterior?, ¿En qué mes del año su producción vende más barato?, ¿más caro?, ¿Qué mes del año tiene más demanda?, ¿menos demanda?, ¿Considera que es redituable la actividad?
Nivel tecnológico Se pregunta al productor: 57. Determine en qué momento de su vida aprendió o adoptó. Recuerde el año para cada aspecto:	Establecimiento	¿Determina y considera las condiciones de agua para los chiles? ¿Considera antes de la siembra en la parcela el control de nematodos o plagas?. ¿Considera antes del establecimiento la fertilidad del suelo que requiere la planta?
	Siembra	¿Determina fecha(s) de siembra?. ¿Determina la cantidad de plántula por hectárea para sembrar?. ¿Determina el tipo de malla utilizado para la protección de la planta recién sembradas?. ¿Registra el momento de la siembra de la planta?. ¿Registra el número de jornales demandados en la siembra?
	Fertilización	¿Considera un programa de nutrición de la planta?, ¿Cuándo inicia la fertilización de las plantas?, ¿Lleva un registro de la nutrición?, ¿Aplica fertilizantes foliares?, ¿Aplica macro y micronutrientes?, ¿Aplica reguladores de crecimiento?, ¿Efectúa la calibración de los equipos de aplicación?
	Riego	¿Usa sistema de riego? ¿Efectúa una programación del riego?
	Plagas y enfermedades	¿Efectúa control biológico de las plagas y enfermedades?, ¿Realiza un control químico de plagas?, ¿Efectúa control manual de malezas?, ¿Efectúa control químico de malezas?, ¿controla enfermedades?
	Cosecha del fruto	Registra el rendimiento por planta. Registra la producción de primera calidad, segunda calidad, tercera calidad y de arrastre. Registra tamaño de fruto. Registra jornales demandados por corte. Registra los momentos de corte
	Comercialización del fruto	Identifica compradores potenciales. Realiza registros de cada venta por tipo de chile. Realiza registros de tipos, calibres y variedades que demandan los mercados. Realiza registros de gastos de comercialización. Realiza convenios o contratos de venta del fruto. Aparte de la fruta que vende, procesa chile.
	Interacciones o vínculos	Sociales Técnicos Comerciales Mencione a personas: con quienes habla o platica normalmente sobre el cultivo de chile habanero, de quien aprende o consulta cuando requiere aprender y tiene algún problema sobre el cultivo, con quiénes compra lo necesario para su producción.

por municipio con la ecuación (1), basada en una distribución binomial de poblaciones finitas (Rositas, 2014):

$$n = Z^2 \frac{pqN}{E^2(N-1) + Z^2pq} \quad (1)$$

Dónde: n =tamaño de la muestra, Z =valor en la distribución normal estándar asociado al nivel de significancia α de la prueba, p =proporción esperada (considerada=0.05), $q=1-p$, E =precisión (5%), y α =nivel de significancia (0.05). La aplicación de (1) dio como resultado un tamaño de muestra preliminar de 27, distribuido proporcionalmente por municipio, incluyendo a productores seleccionados por el SisProCh (Cuadro 2).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Atributos socioeconómicos de los productores

La edad promedio de los productores se encuentra dentro de la etapa más productiva, y el rango de edades, de 18 a 80 años, muestra buena disponibilidad de recurso humano dedicado a la actividad. Algunos estudios previos (Rocha *et al.*, 2016) reportan casi los mismos valores en otros sistemas de producción agrícola. El nivel

de escolaridad puede considerarse alto (86.36% tiene al menos educación primaria), lo que, aunado con la experiencia promedio, impacta positivamente en el buen manejo al cultivo (Cuadro 3).

Todos los productores poseen vivienda propia, tienen acceso a salud pública, agua potable y electricidad. No obstante, solo el 45.45% se manifestó integrado a una organización. El 68% de los productores integran de uno a tres familiares en las labores del cultivo (Cuadro 4) principalmente a la esposa o los hijos. El resto (32%) trabaja de forma individual. La agricultura familiar permite reducir costos de producción y generar ingresos para solventar necesidades básicas de las familias.

Las actividades agrícolas no constituyen la principal fuente de ingresos de los productores: sus esposas laboran en el hogar y crían y cuidan animales; algunos de los jefes de familia hombres (57.89%), además son taxistas, trabajan en maquiladoras o son maestros de escuela primaria. La gran mayoría (97%) tiene ISSSTE, IMSS o Seguro Popular y percibe mensualmente en promedio $2,057 \pm 636.53$ pesos. Muy pocos (5.26%) ahorran dinero,

Cuadro 2. Distribución de productores de chile habanero y tamaño de muestra por municipio.

Municipio	Proporción		Productor seleccionado por SisProCh (1)	Productor Seleccionado aleatoriamente (2)	Número de entrevistas (1+2)
	Nominal	Relativa (%)			
Calakmul	2	0.02	1	1	2
Calkiní	4	0.05		1	1
Campeche	40	0.48	7	6	13
Champotón	2	0.02		1	1
Escarcega	7	0.08	1	1	2
Hecelchakán	15	0.18	1	2	3
Hopelchén	14	0.17	3	2	5
	Total: 84	1			Total: 27

Cuadro 3. Características socioeconómicas de los productores de chile habanero en el estado de Campeche.

Variable	Valores promedio	Variable	Valores promedio
Edad del productor (años)	49.23±4.27		
Escolaridad (%)		Sexo (%)	100 hombres
Sin escolaridad	13.64	Experiencia en la actividad (años)	14.59±5.50
Primaria	36.36	Vivienda propia (%)	100
Secundaria	27.27	Número de personas en la vivienda *	4.91±1.30
Bachillerato	13.64	Pertenece como socio a una organización (%)	31.82
Licenciatura	9.09	Pertenece como socio a un grupo de trabajo (%)	45.45

* Nota. Hombres o mujeres mayores de 18 años. Valores promedio ± desviación estándar.

Cuadro 4. Integrantes de la vivienda que participan en las actividades del productor de chile habanero.

Variable	Valores promedio	Variable	Valores promedio
Número de personas de la vivienda que participan	1.64±0.70	Parentesco que tiene con el productor	
Edad (años)	29.37±4.33	Hija (%)	15.79
		Hijo (%)	44.74
Parentesco que tiene con el productor		Nieta (%)	2.63
Padre (%)	2.63	Nieto (%)	5.26
Mama (%)	2.63	Yerno (%)	2.63
Esposa (%)	15.8	Amistad (%)	2.63
Hermana (%)	5.26	Habla lengua indígena (%)	31.57

Valores promedio ± desviación estándar. Fuente: Elaboración propia, con base en los resultados de la encuesta.

y en caso de solicitar créditos el 25.64% lo usa en consumo para el hogar y para cubrir los costos de producción del siguiente ciclo. El acceso a créditos es bajo y las tasas de interés son elevadas, como resultado de los riesgos de la actividad.

Los productores tienen una experiencia promedio en la actividad de 7.21 años (± 3.12), con una superficie media de 3.54 hectáreas (± 2.16). Disponen de entre 0.25 y 350 hectáreas para las actividades agrícolas, con un promedio de 23.04 hectáreas (± 32.21). De ellas, en 2018 se destinó una superficie media de 4.87 hectáreas para el cultivo. Un 95.45% de los productores, además de realizar la producción, también compró parcelas de chile habanero en planta. Por lo que respecta a los tipos de suelo en los que se desarrolla la producción de chile, la mayoría son de suelos tipo K'an-k'ab (57.69%) "rojo, arenoso o arcilloso", Ya'ax-xhom (23.08%) "suelo negro" y en una menor proporción del tipo Ak'al-ché (19.23%)

"barroso, arcilloso" de acuerdo con la clasificación maya, que corresponden a tipos de suelo luvisoles y gleisoles de acuerdo a la clasificación FAO/UNESCO, respectivamente.

En lo referente al régimen de tenencia de la tierra, el 40% son ejidales, 16.67% propiedad privada rentada o prestada, 13.33% comunal y 3% de propiedad privada no rentada. Se requieren erogaciones importantes en la contratación de una gran cantidad de jornales para llevar a cabo los trabajos (Cuadro 5), por lo que la actividad es fuente importante de generación de empleos locales.

Aunque no realizan una contabilidad estricta, los agricultores señalan que la actividad es rentable: las ganancias representan alrededor de 60 centavos por cada peso invertido (relación beneficio/costo=1.6). Señalan que del total de sus ingresos, los productores obtienen de entre 26 a 50% de la venta de la producción de chile. Algunos

Cuadro 5. Personal contratado para el trabajo directo en el cultivo de chile habanero.

Variable	Valores promedio por hectárea					
	Contratado	Min.	Max.	Costo / jornal	Min.	Max.
Total de personas	46.41±1.62			34,852.00±69.94		
Preparación del terreno:	2.32±0.67	1	6	577.27±356.75	100	3000
Siembra de plántulas:	7.86±2.34	1	20	140±19.39	100	300
Entutorado:	6.64±2.64	2	20	100±36.34	100	300
Retrasplante:	6.36±2.14	2	15	93.64±34.76	100	300
Fertilización:	2.27±0.65	1	8	140±19.39	100	300
Control de plagas y enfermedades:	2.68±0.66	1	8	140±19.39	100	300
Riego:	1.59±0.36	1	4	140±19.39	100	300
Control de malezas:	4.91±1.79	1	20	140±19.39	100	300
Cosecha:						
a. Pago por cubeta	11.77±3.35	1	20	135.56±35.61	100	180
b. Pago por jornal						

Valores promedio ± desviación estándar. Fuente: Elaboración propia, con base en los resultados de la encuesta.

creen (71%) que la actividad está estancada, aunque el 29% indica que está creciendo, lo que los impulsa a continuar. La gran mayoría (91%) recalzó tener interés por seguir cultivando chile. No obstante, un 9% de los productores no está de acuerdo porque considera que la actividad es demasiado costosa y los precios de venta son muy bajos.

Por otra parte, el 36.82% de los productores emplean bienes agrícolas: en promedio cada productor posee 8.18 ± 3.29 equipos (tractor, sembradora, surcadora, fumigadora agrícola, entre otros). Por lo que respecta al uso de material genético, 20% de los productores usan la variedad Jaguar, 20% emplea el híbrido Chichen Itzá, 16% criollo Naranja, 18% los híbridos Rey Pakal y Orange, 5% la variedad Mayan Kisín. El resto cultivan Criollo Amarillo en un 5%, Mayanbal Ché 2%, Chitam 2%, Mayan Chan 2%, Híbrido 9057 2%, Rey Tikal 2%, Bacalche 2%, PX9057 2% y Magnum 2%, lo que coincide con lo señalado por Reveles *et al.* (2012). Muchos utilizan materiales criollos

o variedades de polinización libre y en menor proporción híbridos de reciente formación.

No existe asistencia técnica especializada en el cultivo, lo que representa una debilidad importante. Rincones (2009) menciona que entre las principales limitantes están: nivel tecnológico bajo, uso de semillas criollas degradadas en pureza y calidad, incidencia de plagas y enfermedades, e insuficiente control de la nutrición y el riego. El cultivo de habanero se realiza durante los ciclos agrícolas: primavera-verano y otoño-invierno, aunque el cultivo prospera durante todo el año, y se establece a cielo abierto, bajo casa sombra o en invernadero. Los rendimientos del cultivo se muestran en el Cuadro 6.

Además de tener fuertes limitaciones financieras, prácticamente no existe integración de los productores para la comercialización, mucho menos hacia la industria, y muy pocos le dan valor agregado. Solo un 10% de los productores vincula su producción a la industria, 30% a centros comercia-

les (mercados, restaurantes, puestos ambulantes y tiendas). El 60% lo vende directamente a un intermediario a pie de parcela en fruto fresco. La mayoría de las unidades de producción presentan bajos indicadores de rentabilidad.

La producción de Campeche se destina principalmente a centros de distribución en fresco en Villahermosa, el Mercado en la ciudad de Campeche y el Centro Mayorista de Oxcutzcab, Yuc. Los precios promedio del chile habanero de Campeche en los últimos años, de 1988 a 2018, han sido mayores en la Central de Abasto de Oxcutzcab (hasta \$52.00/kg), y más bajos en la Central de Abastos de Villahermosa (hasta \$32.00/kg).

Dinámica de las actividades de producción de chile habanero

La gran mayoría utiliza fertilizantes químicos pero no conocen la dosis ni el momento de aplicación. Tienen problemas con la incidencia de plagas y enfermedades (virosis) por lo que aplican agroquímicos sin mucho control. Se suma a esto, el uso indiscriminado del riego, contribuyendo, ambas circunstancias, al deterioro del medio ambiente. La Figura 1 muestra los resultados obtenidos respecto del nivel tecnológico utilizado en siete diferentes aspectos. A mayor porcentaje mayor nivel tecnológico. Resulta evidente que prevalece un bajo nivel tecnológico en los siete parámetros claves, principalmente en comercialización, cosecha del fruto y manejo del agua de riego.

Vínculos entre los diferentes productores

Este análisis se muestra en la Figura 2, con base en la información de 21 productores que sostienen 127

Cuadro 6. Producción de Chile habanero promedio por productor en 2018.

Período	Producción media (kilogramos de fruto fresco)	Período	Producción media (kilogramos de fruto fresco)
En un ciclo	$30,530.61 \pm 2,138.91$	En un año:	$50,350.90 \pm 2,883.85$
Por corte:		Ene.	$2,271.43 \pm 1,220.81$
Primer corte	$1,673.50 \pm 607.73$	Feb.	$4,700.00 \pm 3,301.11$
Segundo corte	$5,554.00 \pm 2,245.78$	Mar.	$4,775.00 \pm 3,810.29$
Tercer corte	$6,359.00 \pm 2,396.39$	May.	$3,150.00 \pm 2,895.74$
Cuarto corte	$5,668.00 \pm 2,072.41$	Abr.	$4,540.00 \pm 3,365.04$
Quinto corte	$3,990.00 \pm 1,173.94$	Ago.	$4,872.50 \pm 2,126.81$
Sexto corte	$1,861.11 \pm 918.99$	Dic.	$2,771.43 \pm 1,396.26$
Séptimo corte	900.00 ± 196.00	Jun.	$5,546.00 \pm 5,554.17$
Octavo corte	$4,525.00 \pm 7,499.99$	Jul.	$2,745.50 \pm 1,196.58$
		Sep.	$4,313.33 \pm 2,209.18$
		Oct.	$3,410.71 \pm 2,145.19$
		Nov.	$7,255.00 \pm 5,384.95$

Valores promedio \pm desviación estándar.

vínculos. La densidad de la red es de 0.18 (18 relaciones de cada 100 posibles). Los vínculos son dispersos, con subgrupos relativamente interconectados y algunos aislados. No existe un alto control por algún grupo de productores, sino más bien un importante número de relaciones de informaciones compartidas. Dado que no existe un control absoluto de las relaciones en la red, se necesita trabajar en grupos e incluso en forma individual para lograr una difusión satisfactoria de la información.

La estructura de la red muestra una importante vinculación de actores. Los productores, proveedores y prestadores de servicios profesionales son notorios. Estos actores pueden figurar como puntos de apoyo, por su importancia para establecer vínculos.

Tipología de productores

Se definieron cuatro niveles de agrupación según la capacidad productiva y tecnológica:

I. Baja Tecnología. Producen 5 t ha⁻¹ o menos, aplican fertilizantes, aplican riego y controlan malezas. En

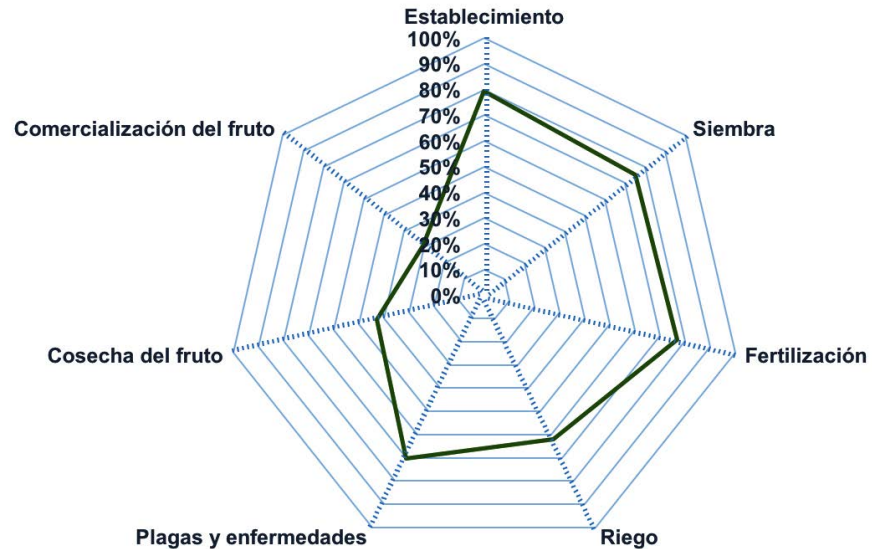


Figura 1. Componentes tecnológicos susceptibles de atención inmediata en un proceso de adopción por categoría, de acuerdo con los resultados del trabajo.

estas condiciones se encuentra el 15% de los productores.

II. Tecnología Media. Obtienen entre 5 y 15 t ha⁻¹, fertilizan, tienen sistemas de riego, controlan malezas. A este sector pertenecen el 20% de los productores.

III. Tecnología Media-Alta. Logran desde 15 hasta 40 t ha⁻¹, riegan sistemáticamente, mantienen limpias las parcelas y controlan plagas y enfermedades. En este sector están el 45% de los productores.

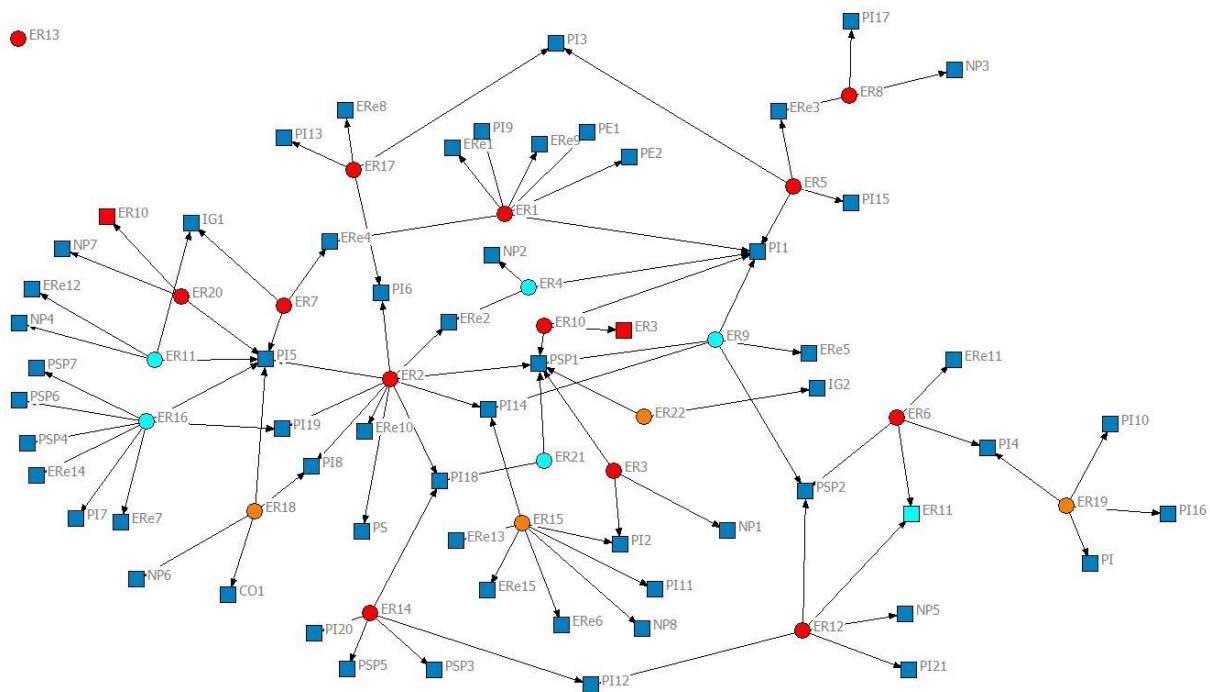


Figura 2. Red de intercambios totales de productores de chile habanero en Campeche. Notas: ER: Empresa Rural (Productor encuestado). ERe: Empresa Rural Referida (Productor mencionado por otro). NP: No Productor (Ama de casa, familiares, amigos). PI: Proveedor de insumos o agroquímicos. PSP: Proveedor de servicios profesionales.

IV. Tecnología Alta. Producen 40 t ha⁻¹ o más, riegan sistemáticamente, mantienen limpias las parcelas y controlan plagas y enfermedades cuentan con invernaderos y asistencia técnica especializada. En este sector están el 20% de los productores.

CONCLUSIONES

Existen limitantes en la actividad productiva en Campeche como: manejo deficiente del agua de riego, escasa transferencia tecnológica; incidencia de enfermedades y plagas, falta de capital, insumos caros, carencia de precios de garantía y falta de valor agregado. Algunas de estas taxativas pueden resolverse en el corto plazo.

El Sistema Producto Chile debe considerar modos de operación más participativos, descentralizados y con órganos de decisión en los agentes involucrados directamente, apoyado por los tres niveles de gobierno como facilitadores y normativos.

El Sistema Producto Chile debe identificar las necesidades de la actividad y de los agentes participantes y proponer alternativas de solución, para hacer del cultivo de Chile habanero una actividad más rentable.

LITERATURA CITADA

Apollin, F. & Eberhart, C. (1999). Análisis y diagnóstico de sistemas de producción en el medio rural. Guía metodológica. CAMAREN, Quito-Ecuador. 239 p.

- Cadena, I.P., Rodríguez, H., R.F., Zambada, M.A., Berdugo, R.J.G., Góngora, G.S., Salinas, C.E., Morales, G.M., & Ayala, S.A. (2013). Modelo de gestión de la innovación para el desarrollo económico y social en áreas marginadas del sur sureste de México. Libro técnico N° 10. SAGARPA. INIFAP. CIRPAS. Campo Experimental Centro de Chiapas. Ocozocoautla de Espinosa, Chiapas. ISBN 978-607-37-0022-1. 156 p.
- Cázares, S.E., Rodríguez, G.M.T., Soto, H.R., Chávez, S.J.L., Castillo, G.F. & Ramírez, V.P. (2005). Capsaicinoides y preferencia de uso en diferentes morfotipos de Chile (*Capsicum annum* L.) del centro-oriente de Yucatán. *Agrociencia* 39: 627-238.
- Masera, O., Astier, M. & López-Riadura, S. (1999). Sostenibilidad y manejo de recursos naturales. El marco de evaluación MESMIS. Mundi-Prensa, México D.F.
- Reveles, H.M., Huichín, A.S., Velázquez, V.R., Trejo, C.R. & Ruiz, T.J. (2012). Producción de plántula de Chile en invernadero. SAGARPA. INIFAP. Durango, México.
- Rincones, I. (2009). Plan Rector sistema producto Chile de Yucatán. Mérida, Yucatán, México: Secretaria de fomento Agropecuario y Pesquero del gobierno del estado de Yucatán. Mérida, Yucatán, México.
- Rocha, R.C., Mora, D.J. & Romero, V.J.C. (2016). Tipología de sistemas de producción en la zona rural del municipio de Ibagué, Colombia. *Agronomía Mesoamericana*. 27(2), 253-264. <http://dx.doi.org/10.15517/am.v27i2.24360>.
- Rositas, M.J. (2014). Los tamaños de las muestras en encuestas de las ciencias sociales y su repercusión en la generación del conocimiento. UANL, Facultad de Contaduría Pública y Administración, San Nicolás de los Garza, N.L., México.
- Schönhuth, M. & Uwe, K. (1994). Diagnóstico rural rápido, diagnóstico rural participativo: métodos participativos de diagnóstico y planificación en la cooperación al desarrollo. Una introducción comentada, Shelfmark in Ids Resource Centre Lan 12 711. ISBN: 3880855005. ISSN: 7239637.



Recent evolution of pecan nut (*Carya illinoensis* (Wangenh) Koch) production in Chihuahua, Mexico

Evolución reciente de la producción de nuez pecanera (*Carya illinoensis* (Wangenh) Koch) en Chihuahua, México

García-González, César G.¹; Porras-Flores, Damián A.^{1*}; Arras-Vota, Ana M.¹; Prieto-Ampáran, Jesús A.¹; Ortega-Rodríguez, Anabel¹

¹Universidad Autónoma de Chihuahua. Facultad de Ciencias Agrotecnológicas. Av. Pascual Orozco s/n, Campus 1, Santo Niño, Chihuahua, Chihuahua, México. C. P. 31110

*Autor de correspondencia: dporras@uach.mx

ABSTRACT

Objective: to analyze the evolution of pecan nut (*Carya illinoensis* (Wangenh) Koch) production and its economic relevance in the State of Chihuahua, Mexico.

Design/methodology/approach: in order to evaluate the evolution and behavior of different economic variables of pecan nut production, in Chihuahua, México, we applied analytical-synthetic and historical, and bibliographic and statistical techniques to study indicators of planted, harvested and damaged area, value of production, yield per ha and the Rural Average Price.

Results: the need to add value to the fruit tree is highlighted, diversify its commercialization, plan agriculture according to proper cropland uses and invest in agro-territorial development stands out.

Limitations on study/implications: the growth of the planted area is taking place considerably in the state, but it lacks agricultural planning.

Findings/conclusions: consider the proper land use and the necessary conditions for the long-term water sustainability of this crop. The State of Chihuahua has 75,238 hectares (ha) planted with this tree crop, and annually it produces 92,938 t of nuts. It is the largest nut producer in Mexico.

Keywords: production, agri-food, statistics, rural average price

RESUMEN

Objetivo: analizar la evolución de la producción de nuez pecanera (*Carya illinoensis* (Wangenh) Koch) y su relevancia económica para Chihuahua.

Diseño/metodología/aproximación: a fin de evaluar la evolución y el comportamiento de distintas variables económicas de la producción de nuez pecanera, principalmente en el estado de Chihuahua, México, se empleó una metodología analítico-sintética e histórica, y técnicas bibliográficas y estadísticas para estudiar los indicadores de superficie plantada, cosechada y siniestrada, valor de la producción, rendimiento por ha y el Precio Medio Rural.

Resultados: se destaca la necesidad de agregar valor al frutal, diversificar su comercialización, planear la agricultura según la vocación productiva de los suelos e invertir en el desarrollo agro territorial.

Agroproductividad: Vol. 13, Núm. 3, marzo, 2020, pp: 55-64.

Recibido: noviembre, 2019. **Aceptado:** febrero, 2020.

Limitaciones del estudio/implicaciones: el crecimiento de la superficie sembrada se está presentando de manera considerable en el estado de Chihuahua, pero carece de una planeación agrícola.

Hallazgos/conclusiones: considerar la vocación productiva de los suelos y las condiciones necesarias para la sustentabilidad hídrica, a largo plazo, de este cultivo.

Palabras clave: producción, agroalimentario, estadísticas, Precio Medio Rural.

INTRODUCCIÓN

El sector agropecuario, particularmente el agrícola, constituye uno de los pilares de la economía mundial. Según datos del Banco Mundial (2016), el sector agropecuario ha aportado un valor agregado de 3.5% del Producto Interno Bruto global. En el caso de México, las actividades agrícolas representaron 3.3% de este indicador productivo.

En 2015, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), destacó el compromiso de la comunidad internacional para erradicar el hambre, la pobreza y alcanzar otros objetivos importantes, en apego a la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Entre estos objetivos destacan lograr una agricultura sostenible, garantizar una vida saludable, trabajo decente para todos, reducir la desigualdad y promover el crecimiento económico inclusivo. Hoy, las naciones en vías de desarrollo deben redoblar sus esfuerzos para avanzar en el cumplimiento de dichos compromisos de la comunidad mundial. El objetivo dos del Desarrollo Sostenible, menciona que... "Poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible... Estos propósitos evidencian la importancia que revisten los sectores alimentario y agrícola, que son fundamentales para el desarrollo y la eliminación del hambre y la pobreza. Gestionadas de forma adecuada, la agricultura, la silvicultura y la acuicultura pueden suministrar alimento a todo el planeta, así como generar ingresos, apoyar el desarrollo centrado en las personas de localidades rurales y asegurar la protección del medio ambiente. Las inversiones en agricultura son cruciales para aumentar la capacidad productiva agrícola; y los sistemas de producción alimentaria sostenibles son necesarios para mitigar la problemática del hambre (ONU, 2015).

El Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 del gobierno federal mexicano, en el objetivo III, destaca que una de las tareas centrales del actual gobierno federal es impulsar la reactivación económica y lograr que la economía vuelva a crecer a tasas aceptables. Para ello, se propone el despliegue de políticas públicas relacionadas con el fortalecimiento del sector agropecuario, a saber, el Programa Producción para el Bienestar, la creación del organismo Seguridad Alimentaria Mexicana (SEGALMEX) y el programa de comunidades sustentables Sembrando Vida (Presidencia de la República, 2019).

Respecto al estado de Chihuahua, México, el eje de Economía, Innovación, Desarrollo Sustentable y Equilibrio Regional, del Plan Estatal de Desarrollo 2017-2021 (Gobierno del estado de Chihuahua, 2017), destaca en su estrategia 1.2 la importancia de incrementar la competitividad, productividad y rentabilidad del sector primario y de las empresas agroindustriales, fomentando respeto hacia la biodiversidad y el uso sustentable de los recursos. El sector agrícola y frutícola en Chihuahua ocupa el primer lugar nacional en la producción de algodón hueso (*Gossypium herbaceum*), cebolla (*Allium cepa*), chile verde (*Capsicum annuum*), alfalfa verde (*Medicago sativa*), avena (*Avena sativa*) forrajera y de grano, maíz amarillo (*Zea mays* L.), manzana (*Malus domestica*), nuez pecanera (*Carya illinoensis*), pistacho (*Pistacia vera*) y orégano (*Origanum vulgare*).

De acuerdo con el Comité Mexicano del Sistema Producto Nuez (COMENUEZ, 2018), en el mercado de la nuez pecanera se manejan dos segmentos: la nuez quebrada (shelled pecans), obtenida por un proceso industrial que mediante un impacto quiebra la nuez, para permitir la obtención de la almendra; y la nuez con cáscara (pecans in shell), la cual no requiere ningún proceso adicional, más que la selección y el empaque. México cuenta con cerca de 113 mil hectáreas (ha) destinadas al cultivo de nuez pecanera. Dicha superficie está distribuida en diecinueve estados, donde se produjeron 122 mil toneladas de este fruto en 2017. Entre los estados con mayor producción se encuentra Chihuahua, que cuenta con la mayor superficie plantada y aporta cerca del 67% de la superficie total del país. Existen perspectivas positivas de la implementación de este cultivo ya que presenta propiedades nutricionales esenciales para la salud humana, asimismo, sirve como una inversión económica que puede aportar buenos ingresos para los productores a mediano plazo (Fronza et al., 2018). En la agricultura, como en otras actividades económicas, constantemente

están surgiendo desarrollos tecnológicos que permiten incrementar la productividad. Una manera de hacer llegar esos desarrollos a los agricultores es la capacitación y el financiamiento, ello guarda una estrecha relación con los rendimientos, precios, ingresos brutos y la infraestructura en el cultivo del nogal (Espinoza Arellano et al., 2019). En lo relativo al Precio Medio Rural (PMR), este se define como el precio pagado al productor en la venta de primera mano, en su parcela o predio y/o en la zona de producción, por lo cual no debe incluir los beneficios económicos que a través de programas de apoyo a productores puedan otorgar el gobierno federal o estatal, ni gastos de traslado y clasificación cuando el productor lo lleva al centro de venta. En otras palabras, es el precio que el productor establece en la primera venta, a pie de rancho o granja. El objetivo del presente artículo fue analizar la evolución de las estadísticas históricas de la producción de nuez pecanera, a fin de conocer la situación que guarda dicho producto, dada su importancia en la estructura económica mexicana, con especial énfasis en el estado de Chihuahua, México.

MATERIALES Y MÉTODOS

Con el propósito de conocer la evolución y el comportamiento de ciertas variables económicas de la producción de nuez pecanera en el país, así como en el estado de Chihuahua, se analizaron los indicadores de superficie sembrada, cosechada y siniestrada; valor de la producción, el rendimiento por hectárea, así como el Precio Medio Rural (PMR) publicados por el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER, 2018). El método utilizado

en la investigación fue el descriptivo, que se consideró el más apropiado para identificar la evolución de la producción de nuez pecanera conforme a los datos del cierre de ciclo agrícola (al mes de diciembre), que incluye tanto la producción de riego como de temporal. La información histórica para el estado de Chihuahua comprende los datos desde 1980 hasta el 2017. En el caso de la información comparativa por entidad federativa y a escala distrito-municipio, se utilizó también el año 2017. La información del SIAP incluye reportes sobre producción de la agricultura mexicana en forma anualizada para más de 550 productos, así como el avance mensual de siembras y cosechas para 64 productos estratégicos del campo, que abarcan las

32 entidades federativas del país y presentan la desagregación a escala nacional, estatal, distrital y municipal. La consulta de estadísticas agrícolas se realizó por producto genérico, es decir, no por el tipo o variedad de cada producto.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Producción de nuez en el estado de Chihuahua

Dentro del sector frutícola, Chihuahua ha venido ocupando el primer lugar nacional en la producción de nuez pecanera. Al cierre del 2017, continuaba posicionado como líder en la producción del país, con la mayor superficie plantada y cosechada (75 mil 238 ha y 53 mil 987 ha, respectivamente) y la mayor producción de este cultivo, con 92 mil 938 toneladas (Cuadro 1). A escala

Cuadro 1. Producción de nuez (*Carya illinoensis* (Wangenh) Koch) por entidad federativa; superficie sembrada, cosechada y siniestrada, 2017.

Entidad Federativa	Superficie (ha)		Siniestrada	Producción (t)
	Sembrada	Cosechada		
1 Aguascalientes	299.00	207.00	-	390.68
2 Baja California	19.00	10.00	-	12.20
3 Chihuahua	75,238.60	53,987.43	-	92,938.68
4 Ciudad de México	3.00	3.00	-	12.02
5 Coahuila	18,376.98	13,242.56	-	15,954.97
6 Durango	6,805.61	5,686.47	-	8,456.22
7 Guanajuato	80.00	61.00	-	91.10
8 Hidalgo	1,319.00	1,006.00	-	2,584.29
9 Jalisco	191.50	124.50	-	259.51
10 Estado de México	101.75	101.75	-	401.31
11 Morelos	12.00	12.00	-	38.96
12 Nuevo León	4,080.36	4,073.86	-	4,533.73
13 Oaxaca	154.50	154.50	-	361.77
14 Puebla	76.80	73.80	-	252.90
15 Querétaro	84.00	84.00	-	196.40
16 San Luis Potosí	487.25	444.25	-	851.93
17 Sonora	15,407.95	10,717.75	-	19,715.13
18 Tamaulipas	487.00	118.50	-	46.15
19 Zacatecas	122.00	120.00	-	100.48
Total	123,346.30	90,228.37		147,198.48

Fuente: Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2018). Anuario Estadístico de la Producción Agrícola.

nacional, la producción de nuez alcanzó un total de 147 mil 198 toneladas; conjuntamente, los estados de Chihuahua, Coahuila y Sonora aportaron 87.4%. Las entidades con mayor producción nuecera se encuentran distribuidas en la parte norte del país.

En lo referente al nivel de rendimiento del cultivo, el promedio del país se colocó en 1.63 toneladas por hectárea, mientras que, en el caso de Chihuahua, en 1.72. El valor total de la producción del país fue de 11 mil millones 407 mil 038 pesos. Chihuahua contribuyó con 7 mil millones 449 mil 985 pesos (65.3%) (Cuadro 2); esta es la mayor aportación del país, seguido por las entidades de Coahuila y Sonora, con valores de producción superiores a los mil millones de pesos. En contraste, las entidades con menor participación al valor de la producción fueron Baja California y la Ciudad de México.

De este modo, el PMR de la nuez en el país fue de 77 mil 494 pesos por tonelada, en tanto que, de manera particular en Chihuahua, fue 80 mil 160, siendo el más alto en México. Otros PMR destacados se registraron en las entidades de Coahuila, Durango y Sonora.

Cifras históricas de la producción de nuez en Chihuahua

La producción de nuez en el ámbito estatal, en el periodo de 1980 a 2017, ha mantenido en superficie plantada un promedio de 34 mil 397 ha. En este rubro, el año 2017 registró el mayor nivel, con 75 mil 238 ha. En relación con la superficie cosechada promedio, en el mismo periodo se colocó en 26 mil 082 ha, representando, de igual manera, el año 2017, la mayor superficie cosechada, y se alcanzó 53 mil 987 ha (Figura 1).

La tendencia en el volumen de producción ha ido en constante aumento. El nivel más alto se alcanzó en 2017, con 92 mil 938 toneladas (Cuadro 3). El progreso

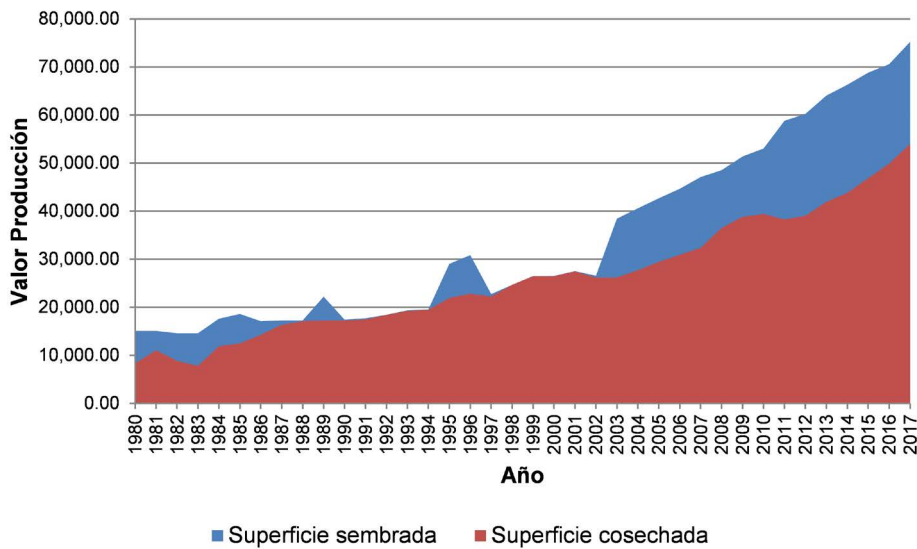
de los sistemas de producción de nuez en la entidad ha permitido mejorar tanto el volumen como el rendimiento del cultivo en las últimas décadas. Por ejemplo, se pasó de producir, a principios de la década de los noventa, alrededor de 20 mil toneladas promedio, a más de 80 mil en años recientes.

Respecto al valor de la producción, en 2017 se obtuvo el mayor nivel, al alcanzar un monto superior a los 7 mil millones de pesos. A partir del 2008, el valor de la producción superó la cifra de los 2 mil millones de pesos, gracias a las condiciones favorables en el precio de este cultivo en años recientes, en el ámbito internacional. La trayectoria del valor de la producción se ha comportado significativamente al alza, al pasar de niveles de cerca de 147 millones de pesos a principios de la década de los noventa, a cifras superiores a los 6 mil millones, desde el año 2015. Dicho indicador ha registrado un crecimiento exponencial en su nivel durante las últimas casi tres décadas. Asimismo, desde 1980, el Precio Medio Rural (PMR) en la entidad ha mostrado una tendencia al alza, y alcanzó sus mayores niveles durante 2011,

Cuadro 2. Producción de nuez (*Carya illinoensis* (Wangenh) Koch) por entidad federativa; rendimiento, Precio Medio Rural y valor de la producción, 2017.

Entidad Federativa	Producción	Rendimiento (udm/ha)	PMR (\$/udm)	Valor Producción (miles de pesos)
1 Aguascalientes	390.68	1.89	30,676.28	11,984.61
2 Baja California	12.20	1.22	26,754.10	326.40
3 Chihuahua	92,938.68	1.72	80,160.22	7,449,985.32
4 Ciudad de México	12.02	4.01	26,711.21	321.07
5 Coahuila	15,954.97	1.20	79,553.17	1,269,268.50
6 Durango	8,456.22	1.49	78,251.59	661,712.65
7 Guanajuato	91.15	1.49	49,330.55	4,496.48
8 Hidalgo	2,584.29	2.57	51,440.89	132,938.19
9 Jalisco	259.51	2.08	27,766.45	7,205.67
10 Estado de México	401.31	3.94	30,485.76	12,234.24
11 Morelos	38.96	3.25	33,703.29	1,313.08
12 Nuevo León	4,533.73	1.11	68,352.32	309,890.98
13 Oaxaca	361.77	2.34	15,681.89	5,673.24
14 Puebla	252.90	3.43	21,692.12	5,485.94
15 Querétaro	196.40	2.34	14,556.01	2,858.80
16 San Luis Potosí	851.93	1.92	60,131.53	51,227.85
17 Sonora	19,715.13	1.84	74,664.61	1,472,022.57
18 Tamaulipas	46.15	0.39	63,589.16	2,934.64
19 Zacatecas	100.48	0.84	51,332.29	5,157.87
Total	147,198.48	1.63	77,494.27	11,407,038.10

Fuente: Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2018). Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. udm: unidad de medida.



Al igual que en la actividad industrial del estado, los productores del campo requieren que se fomente la diversificación de mercados, a fin de posicionar la producción local a precios justos en nuevas plazas nacionales e internacionales. Actualmente, el comercio de los productos agropecuarios más importantes se realiza casi exclusivamente con Estados Unidos. El 80 por ciento de la nuez pecanera se ha venido comercializando en ese país vecino. La evolución de la producción nuecera estatal y también la de los mercados nacional y mundial, permiten inferir que es necesario incrementar la eficiencia de los productores locales de nuez. Ello sería posible si se

Figura 1. Estado de Chihuahua, superficie sembrada y superficie cosechada de nuez 1980-2017. Fuente: Elaboración propia con datos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2018). Anuario Estadístico de la Producción Agrícola.

2015, 2016 y 2017, cuando logró montos superiores a los MXM\$70 mil pesos por tonelada. El repunte en el PMR de este cultivo se ha venido dando desde mediados de los años noventa.

Cifras por distritos-municipios en Chihuahua

En el ámbito municipal, distritos ubicados en diez municipios (Jiménez, Camargo, Aldama, Chihuahua, Saucillo, Rosales, Meoqui, Allende, Delicias y Galeana) representaron más de 70% de la producción de nuez pecanera en la entidad, al sumar un total de 68 mil 793 toneladas (Figura 2). A su vez, la superficie sembrada en dichos municipios conforma 67% de la superficie sembrada en el estado (50 mil 789 ha) así como el 71% de la superficie cosechada (38 mil 405 ha).

diera mayor valor agregado a esta actividad económica, mediante prácticas y tecnologías más amigables con el

El valor de producción de este conjunto de municipios alcanzó una cifra de 5 mil 514 millones 091 pesos, constituyendo 74% del total. Destacó la especial importancia de Jiménez y Camargo, ya que el valor de la producción de nuez de dichos municipios constituyó una tercera parte del total estatal (Figura 3).

En cuanto al nivel de rendimiento del cultivo, el municipio de Chihuahua se colocó en el primer lugar (2.14 udm/ha), seguido de Camargo y San Francisco de Conchos (2.03 udm/ha), los cuales muestran una distribución centro-sureste del estado (Figura 4). Por otro lado, los municipios con menor rendimiento fueron Huejotitán (0.89 udm/ha), Valle de Zaragoza (1.03 udm/ha) e Hidalgo del Parral (1.06 udm/ha).

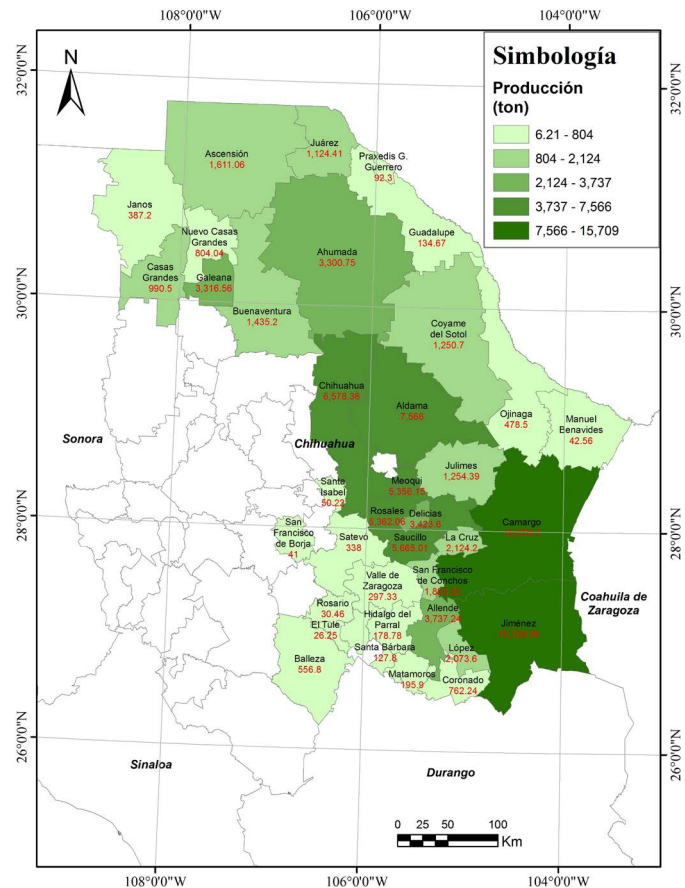


Figura 2. Volumen de la producción de nuez pecanera (*Carya illinoensis* (Wangenh) Koch) por municipio (toneladas) en Chihuahua, México. Fuente: Elaboración propia con datos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2018). Anuario Estadístico de la Producción Agrícola.

Cuadro 3. Superficie sembrada, cosechada, siniestrada, producción y rendimiento obtenidos en nuez (*Carya illinoensis* (Wangenh) Koch) para el periodo 1980-2017, en Chihuahua, México.

Año	Superficie (ha)			Producción	Rendimiento (udm/ha)	PMR (\$/udm)	Valor Producción (miles de pesos)
	Sembrada	Cosechada	Siniestrada				
1980	15,104.00	8,343.00	-	3,466.00	0.42	57.20	198.24
1981	15,104.00	11,063.00	-	8,423.00	0.76	70.00	589.61
1982	14,612.00	8,876.00	-	4,140.00	0.47	153.11	633.86
1983	14,612.00	7,828.00	-	7,266.00	0.93	150.00	1,089.90
1984	17,631.00	11,911.00	-	4,880.00	0.41	400.00	1,952.00
1985	18,623.00	12,492.00	-	12,669.00	1.01	600.00	7,601.40
1986	17,111.00	14,288.00	-	11,153.00	0.78	1,500.00	16,729.50
1987	17,291.00	16,359.00	-	20,438.00	1.25	2,800.00	57,226.40
1988	17,291.00	17,102.00	-	16,549.00	0.97	3,500.00	57,921.50
1989	22,222.00	17,291.00	-	16,101.00	0.93	3,800.00	61,183.80
1990	17,428.00	17,267.00	-	21,308.00	1.23	6,898.68	146,997.16
1991	17,726.00	17,470.00	-	19,448.00	1.11	8,828.00	171,686.94
1992	18,453.00	18,439.00	-	19,899.00	1.08	9,827.10	195,549.46
1993	19,376.00	19,256.00	-	24,362.00	1.27	6,502.80	158,421.21
1994	19,576.00	19,499.00	-	18,996.00	0.97	6,878.00	130,654.49
1995	29,044.00	21,956.00	-	23,560.00	1.07	15,968.00	376,206.08
1996	30,856.00	22,834.00	-	24,000.00	1.05	8,681.30	208,351.20
1997	22,747.00	22,247.00	-	27,325.00	1.23	17,278.00	472,121.35
1998	24,683.00	24,683.00	-	30,515.00	1.24	21,193.43	646,717.52
1999	26,501.00	26,501.00	-	36,381.00	1.37	20,925.43	761,287.98
2000	26,536.41	26,479.41	-	34,091.11	1.29	21,417.77	730,155.47
2001	27,520.91	27,474.91	-	40,091.14	1.46	10,811.98	433,464.45
2002	26,568.50	26,185.50	-	39,367.28	1.50	18,307.77	720,727.00
2003	38,445.10	26,211.52	-	41,583.97	1.59	25,990.90	1,080,804.74
2004	40,590.21	27,720.72	-	45,969.56	1.66	43,532.99	2,001,192.30
2005	42,684.87	29,448.98	-	44,771.51	1.52	36,744.18	1,645,092.49
2006	44,656.40	30,919.66	-	44,418.08	1.44	34,310.21	1,523,993.56
2007	47,102.51	32,386.31	-	44,463.57	1.37	26,805.72	1,191,877.87
2008	48,534.76	36,511.47	-	54,629.46	1.50	40,046.57	2,187,722.45
2009	51,389.13	38,829.71	-	74,226.18	1.91	37,307.76	2,769,212.18
2010	53,028.62	39,420.64	-	39,764.97	1.01	67,403.05	2,680,280.09
2011	58,810.96	38,284.30	-	56,539.59	1.48	71,689.09	4,053,271.84
2012	60,243.12	39,035.51	-	60,031.31	1.54	43,477.62	2,610,018.59
2013	64,048.58	41,941.31	-	64,207.04	1.53	43,840.26	2,814,853.05
2014	66,301.94	43,800.30	-	80,124.26	1.83	51,850.16	4,154,455.75
2015	68,822.89	46,877.89	-	79,934.37	1.71	76,012.80	6,076,035.61
2016	70,587.50	49,903.66	-	91,987.74	1.84	71,667.90	6,592,568.05
2017	75,238.60	53,987.43	-	92,938.68	1.72	80,160.22	7,449,985.32

Fuente: Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2018). Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. udm: unidad de medida.

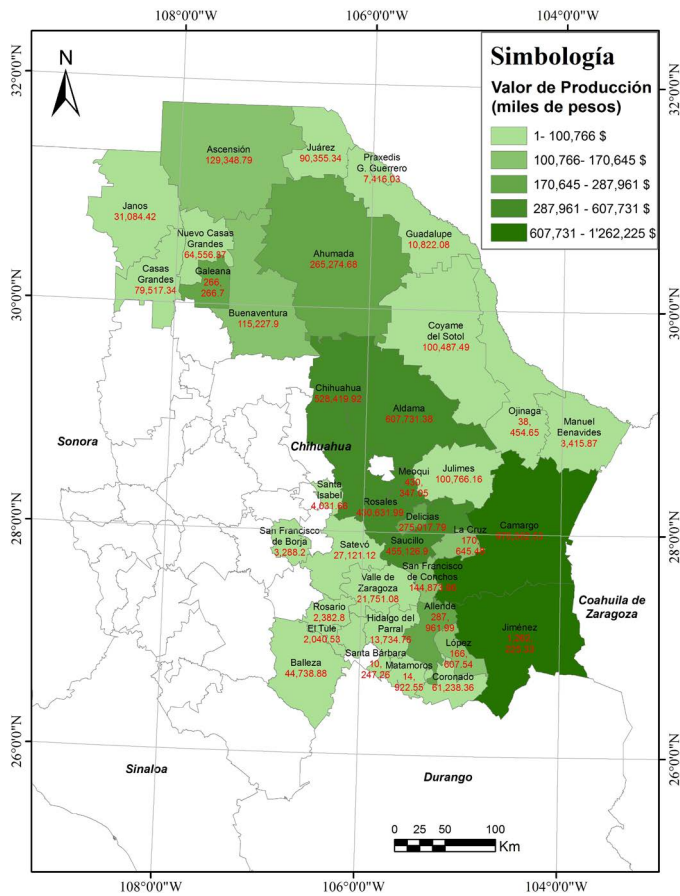


Figura 3. Valor de la producción de nuez pecanera (*Carya illinoensis* (Wangenh) Koch) por municipio (miles de pesos) en Chihuahua, México. Fuente: Elaboración propia con datos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). Anuario Estadístico de la Producción Agrícola.

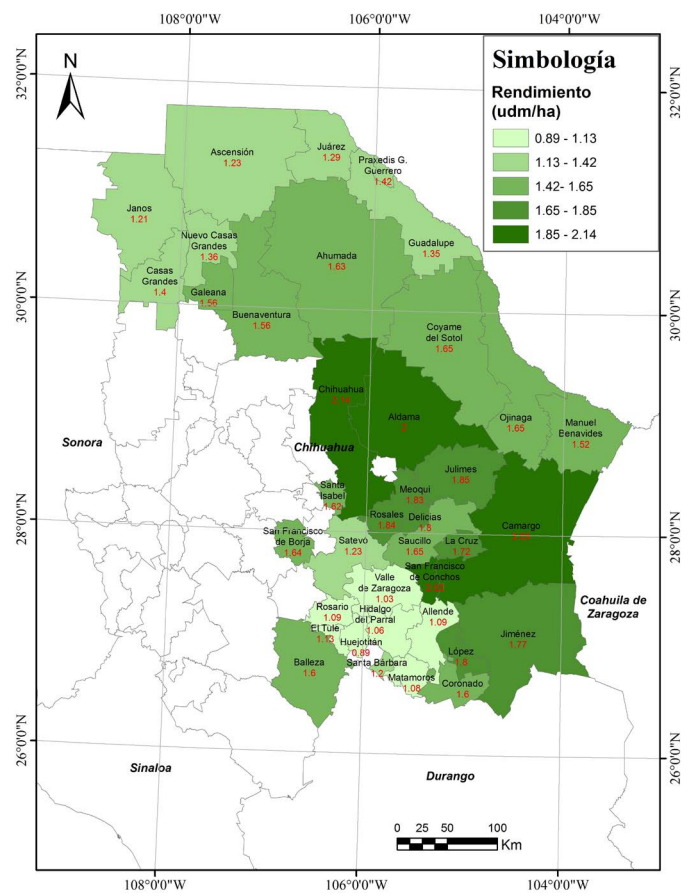


Figura 4. Rendimiento de la nuez pecanera (*Carya illinoensis* (Wangenh) Koch) por municipio (udm: unidad de medida/ha: hectárea) en Chihuahua, México. Fuente: Elaboración propia con datos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). Anuario Estadístico de la Producción Agrícola.

medio ambiente y que posibiliten un uso cada vez más responsable de los recursos naturales, en especial, los recursos hídricos.

Si bien el estado de Chihuahua ocupa la primera posición en el país, tanto en el volumen productivo como en el valor de la producción de nuez pecanera, un elemento fundamental sigue siendo la generación de mayor valor agregado de este sector, a fin de lograr una mayor derrama económica en las regiones productoras, pues gran parte de dicho valor se le da en los Estados Unidos de América, dado que en dicho país se dispone de la tecnología y el capital para el procesamiento del producto. Chihuahua continúa siendo líder en la producción de nuez pecanera de México. Cuenta con la mayor superficie sembrada y cosechada (75 mil 238 ha y 53 mil 987 ha, respectivamente), la mayor producción de este cultivo, con 92 mil 938 toneladas. En el contexto nacional, la producción alcanzó un total de 147 mil 198 toneladas; conjuntamente, los estados de Chihuahua,

Coahuila y Sonora aportaron 87.4%. En el ámbito local, es evidente la importancia de los municipios de Jiménez y Camargo, ya que el valor de la producción de nuez de estos constituye una tercera parte del total estatal. Sin embargo, el crecimiento de la superficie sembrada se está presentando de manera considerable en el resto del estado, pero carece de una planeación agrícola, pues no se ha considerado la vocación productiva de los suelos ni las condiciones necesarias para la sustentabilidad hídrica, a largo plazo, de este cultivo. La principal área de oportunidad que han observado los productores es que la producción de nuez y el precio de mercado se han mantenido por encima del resto de los cultivos, respecto a la utilidad neta.

Por otra parte, y desde la visión del sector público, se considera a dicho cultivo como gran generador de empleos directos e indirectos en la entidad y sus municipios, lo cual contribuye al crecimiento del sector agropecuario y de manera conjunta desempeña un papel crucial



Cuadro 4. Producción de nuez (*Carya illinoensis* (Wangenh) Koch) por distrito y municipio en Chihuahua, México, año 2017.

Distrito	Municipio	Superficie (ha)			Producción	Rendimiento (udm/ha)	PMR (\$/udm)	Valor Producción (miles de Pesos)
		Sembrada	Cosechada	Sin.*				
Río Florido	Jiménez	11,239.39	8,875.52	-	15,709.56	1.77	80,347.59	1,262,225.33
Delicias	Camargo	9,746.50	5,950.00	-	12,078.50	2.03	80,338.00	970,362.53
Chihuahua	Aldama	4,344.00	3,783.00	-	7,566.00	2.00	80,324.00	607,731.38
Chihuahua	Chihuahua	3,956.00	3,074.00	-	6,578.36	2.14	80,327.00	528,419.92
Delicias	Saucillo	3,877.34	3,433.34	-	5,665.01	1.65	80,340.00	455,126.90
Delicias	Rosales	3,266.78	2,911.20	-	5,362.06	1.84	80,310.92	430,631.99
Delicias	Meoqui	3,660.10	2,923.89	-	5,356.15	1.83	80,346.34	430,347.05
Parral	Allende	4,746.66	3,426.16	-	3,737.24	1.09	77,052.05	287,961.99
Delicias	Delicias	2,167.07	1,902.07	-	3,423.60	1.80	80,330.00	275,017.79
Buenaventura	Galeana	3,785.00	2,126.00	-	3,316.56	1.56	80,284.00	266,266.70
El Carmen	Ahumada	3,265.00	2,025.00	-	3,300.75	1.63	80,368.00	265,274.68
El Carmen	Buenaventura	3,101.00	1,684.00	-	2,627.04	1.56	80,360.00	211,108.93
Delicias	La Cruz	1,371.00	1,235.00	-	2,124.20	1.72	80,334.00	170,645.48
Río Florido	López	1,912.50	1,152.00	-	2,073.60	1.80	80,347.00	166,607.54
Delicias	San Francisco de Conchos	1,983.00	888.00	-	1,803.53	2.03	80,328.00	144,873.96
Casas Grandes	Ascensión	1,728.20	1,309.80	-	1,611.06	1.23	80,288.00	129,348.79
Buenaventura	Buenaventura	1,592.00	920.00	-	1,435.20	1.56	80,287.00	115,227.90
Delicias	Julimes	784.00	678.75	-	1,254.39	1.85	80,330.81	100,766.16
Bajo Río Conchos	Coyame del Sotol	1,806.00	758.00	-	1,250.70	1.65	80,345.00	100,487.49
Valle de Juárez	Juárez	938.00	871.63	-	1,124.41	1.29	80,358.00	90,355.34
Casas Grandes	Casas Grandes	891.25	707.50	-	990.50	1.40	80,280.00	79,517.34
Casas Grandes	Nuevo Casas Grandes	884.20	591.20	-	804.04	1.36	80,290.00	64,556.37
Río Florido	Coronado	793.40	476.40	-	762.24	1.60	80,340.00	61,238.36
Balleza	Balleza	403.00	348.00	-	556.80	1.60	80,350.00	44,738.88
Bajo Río Conchos	Ojinaga	707.00	290.00	-	478.50	1.65	80,365.00	38,454.65
Casas Grandes	Janos	427.70	320.80	-	387.20	1.21	80,280.00	31,084.42
Chihuahua	Satevó	575.00	274.00	-	338.00	1.23	80,240.00	27,121.12
Parral	Valle de Zaragoza	330.99	288.74	-	297.33	1.03	73,154.68	21,751.08
Parral	Matamoros	208.90	181.90	-	195.90	1.08	76,174.31	14,922.55
Parral	Hidalgo del Parral	240.27	168.13	-	178.78	1.06	76,824.91	13,734.76
Valle de Juárez	Guadalupe	99.75	99.75	-	134.67	1.35	80,360.00	10,822.08
Parral	Santa Bárbara	157.45	106.50	-	127.80	1.20	80,182.00	10,247.26
Valle de Juárez	Praxedis G. Guerrero	65.00	65.00	-	92.30	1.42	80,347.00	7,416.03
Chihuahua	Santa Isabel	35.00	31.00	-	50.22	1.62	80,280.00	4,031.66
Bajo Río Conchos	Manuel Benavides	36.00	28.00	-	42.56	1.52	80,260.00	3,415.87
Chihuahua	San Francisco de Borja	26.00	25.00	-	41.00	1.64	80,200.00	3,288.20
Parral	Rosario	57.90	27.90	-	30.46	1.09	78,227.33	2,382.80
Parral	El Tule	23.25	23.25	-	26.25	1.13	77,734.29	2,040.53
Parral	Huejotitán	7.00	7.00	-	6.21	0.89	69,805.60	433.49
		75,238.60	53,987.43	-	92,938.68	1.72	80,160.22	7,449,985.30

Fuente: Elaboración propia con datos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2018). Anuario Estadístico de la Producción Agrícola.*Sin.: Siniestrada. udm: unidad de medida.

en la reducción de la pobreza y de la desigualdad en las zonas rurales. Es relevante puntualizar que, en la actualidad, se satisface 100% de la demanda nacional de este cultivo con producción interna; asimismo, las importaciones mundiales han aumentado 112.68% durante la última década, hecho que ha generado un incremento en las exportaciones mexicanas, principalmente con destino a China, Estados Unidos, Hong Kong y Vietnam. De acuerdo con diversos estudios del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT, 2018), una de las principales amenazas de la sostenibilidad de la producción agrícola, y especialmente del cultivo de la nuez pecanera, es el recurso hídrico, pues dicho cultivo es uno de los que más agua necesita, si se le compara con otros. Asimismo, se ha planteado el desacoplamiento con los ciclos fisiológicos del nogal y el efecto potenciador de las amenazas bióticas. Algunos de los grandes retos para el sector agrícola en general, a escala mundial, es aumentar su productividad sin menoscabo del medio ambiente; mejorar las condiciones de los jornaleros agrícolas y disminuir los costos de producción.

Se recomienda que los productores inviertan en el mantenimiento y mejoramiento del estatus fitosanitario, así como en el aseguramiento de la inocuidad y calidad, con el fin de lograr el reconocimiento, por parte de otras autoridades sanitarias, y de ese modo lograr la diversificación de las exportaciones. También es indispensable incursionar en los esquemas de protección de la propiedad intelectual —tales como indicaciones geográficas o marcas colectivas o de certificación— que permitan posicionar la nuez pecanera de alta calidad en mercados de mayor poder adquisitivo. Por otra parte, es necesario que los productores empiecen a invertir en incorporar asistencia técnica y capacitación para potencializar la producción de la nuez en la región nogalera de Chihuahua; esto con el fin de incrementar a 3.0 t ha^{-1} , contra el promedio estatal actual, que es aproximado a 1.7 t ha^{-1} . Para el logro de tal meta, es indispensable desarrollar estrategias que permitan dar valor agregado al cultivo mediante su industrialización, así como mejorar los procesos de pos-cosecha y refrigeración, a fin de alcanzar los niveles de calidad y cantidad que requiere el mercado. De la misma manera, los gobiernos de todos los niveles y órdenes tendrán que desarrollar políticas públicas que promuevan la transformación de la producción primaria, en aras de alcanzar los máximos grados de utilidad del cultivo en los mercados nacionales e internacionales. Para fomentar el desarrollo agroterritorial se tienen cinco instrumentos principales: corredores agrícolas,

conglomerados agrícolas, parques agroindustriales, incubadoras de empresas agrícolas y zonas económicas agrícolas especiales. Cada uno constituye, a su manera, una plataforma para el crecimiento de la agroindustria. Es de suma urgencia aumentar considerablemente las inversiones en la agricultura.

CONCLUSIONES

El desarrollo productivo nacional, y específicamente la producción de nuez, exigen fortalecer y desplegar las estrategias delineadas en la Planeación Agrícola Nacional 2017-2030 (SAGARPA, 2017), entre las cuales destacan la elaboración, actualización y difusión de estudios de la demanda nacional e internacional, que permitan la diversificación de mercados, monitoreo de precios y calidad; el impulso a la investigación, la innovación y la transferencia de tecnología, así como fomentar la adopción de tecnología en los procesos de cultivo, cosecha o recolección del producto y manejo integrado de nogal, mediante la capacitación efectiva a los agentes involucrados; realizar campañas de promoción sobre el consumo de nuez pecanera y sus productos derivados.

LITERATURA CITADA

- Banco Mundial (2016). Datos sobre las cuentas nacionales del Banco Mundial y archivos de datos sobre cuentas nacionales de la OCDE. Agricultura, valor agregado (% del PIB). Recuperado de: <https://datos.bancomundial.org/indicador/nv.agr.totl.zs>
- COMENUEZ (Comité Mexicano del Sistema Producto Nuez). (2018). Estudio de Mercado Estratégico de la Nuez Pecanera (Actualización 2018). Recuperado de: <http://comenuez.com/>
- CONACyT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología). (2018). La nuez pecanera en México. Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco. Recuperado de: <https://centrosconacyt.mx/objeto/nuez-pecanera/>
- Espinoza Arellano, J., Cervantes Vázquez, M., Orona Castillo, I., Molina Morejón, V., Guerrero Ramos, L., & Fabela Hernández, A. (2019). Factores socioeconómicos para mejorar la producción y comercialización de la nuez pecanera en la Comarca Lagunera. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 10(3), 551-561. <https://doi.org/https://doi.org/10.29312/remexca.v10i3.1655>
- Fronza, D., Hamann, J., Both, V., De Oliveira, R., & Meyer, E. (2018). Pecan cultivation: general aspects. *Ciência Rural*, 48(2), e20170179. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20170179>
- Gobierno del Estado de Chihuahua (2017). Plan Estatal de Desarrollo 2017-2021. Recuperado de: <http://www.chihuahua.gob.mx/planestatal/>
- Organización de las Naciones Unidas (2018). Objetivos de Desarrollo Sostenible, Objetivo 2 Hambre Cero. Recuperado de: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/hunger/>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2017). El Estado Mundial de la Agricultura y la Alimentación 2017, Aprovechar los sistemas alimentarios para

- lograr una transformación rural inclusiva. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/a-i7833s.pdf>
- ONU (Organización de las Naciones Unidas). (2015). Objetivos del Milenio. Recuperado de <http://www.onu.org.mx/agenda-2030/objetivos-de-desarrollo-del-milenio/>
- Presidencia de la República (2019). Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024. Recuperado de: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5565599&fecha=12/07/2019
- SADER (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural). (2018). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera –SIAP-, Producción Anual Agrícola. Recuperado de: <https://www.gob.mx/siap/acciones-y-programas/produccion-agricola-33119>
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). (2017). Planeación Agrícola Nacional 2017-2030, Nuez Pecanera Mexicana. Recuperado de: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/257079/Potencial-Nuez_Pecanera.pdf



Consumption and purchase intention of amaranth (*Amaranthus* spp.) in Mexico; an ancestral grain with functional properties

Consumo e intención de compra de amaranto (*Amaranthus* spp.) en México; un grano ancestral con propiedades funcionales

Edgar Rojas-Rivas^{1,2*}, Angélica Espinoza-Ortega¹ y Humberto Thomé-Ortiz¹

¹Universidad Autónoma del Estado de México, Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales. ²Universidad de Ixtlahuaca CUI, Escuela Profesional de Gastronomía, México.

*Autor de correspondencia: edgar.altermann@gmail.com

ABSTRACT

Objective: to present an overview of the reasons for consumption and willingness to buy towards amaranth (*Amaranthus* spp.) in Mexico.

Design/methodology/approximation: quantitative case study on the reasons for consumption and the willingness to buy towards amaranth.

Results: sociodemographic variables influence the reasons for consuming amaranth, additionally the level of perceived health and the willingness to buy traditional and novel products are decisive aspects.

Limitations/implications: these results can help the amaranth agroindustries in Mexico for the development of innovative products oriented to the market and in the promotion of traditional healthy foods.

Conclusions: sensory characteristics, price and convenience of amaranth products influence consumers to purchase them. Granola added with amaranth has market positioning potential, given the intention to purchase and the perceived level of health.

Keywords: pseudocereal, functional foods, health and wellbeing, willingness to buy.

RESUMEN

Objetivo: identificar los motivos de consumo y disposición de compra hacia el amaranto (*Amaranthus* spp.) en México.

Diseño/metodología/aproximación: Estudio de caso cuantitativo sobre los motivos de consumo y disposición de compra hacia el amaranto.

Resultados: Las variables sociodemográficas influyen en los motivos de consumo del amaranto, de manera adicional el nivel de salud percibido y la disposición de compra de productos tradicionales y novedosos son aspectos decisivos.

Limitaciones/implicaciones: Estos resultados pueden ayudar a la agroindustria que usa el grano de amaranto en México para el desarrollo de productos innovadores orientados al mercado como alimentos tradicionales saludables.

Conclusiones: Las características sensoriales, el precio y conveniencia sobre productos de amaranto influyen en los consumidores. La granola adicionada con amaranto tiene potencial de posicionamiento en el mercado, dada la intención de compra y nivel de salud percibido.

Palabras clave: pseudocereal, alimentos funcionales, salud y bienestar, comercio.

Agroproductividad: Vol. 13, Núm. 3, marzo. 2020, pp. 65-70.

Recibido: septiembre, 2019. **Aceptado:** febrero, 2020.

INTRODUCCIÓN

Los alimentos funcionales son productos que prometen mejorar la salud. A nivel conceptual, se pueden definir como alimentos convencionales que son consumidos dentro de una dieta regular. Además, está probada científicamente su contribución positiva a la salud por su papel en la prevención o reducción del riesgo de ciertas enfermedades, debido a que contienen sustancias que afectan una o más funciones del cuerpo (Doyon y Labrecque, 2008). Recientemente, los alimentos funcionales han aumentado su relevancia debido a que los consumidores se encuentran más conscientes y preocupados por su salud (Goetzke y Spiller, 2014). En el mercado, estos productos han aumentado su importancia, y en México, el consumo se encuentra en crecimiento debido a mayor preocupación por la salud, fundamentalmente por patologías asociadas al sobrepeso, la obesidad y otras enfermedades no transmisibles (Rojas-Rivas et al., 2018). Este tipo de productos parecen interesar a algunos tipos de consumidores específicos como las mujeres, personas de mediana edad y con altos niveles educativos (Ares y Gámbaro, 2007). Sin embargo, la disposición a consumir alimentos funcionales no solo depende de las características socio-demográficas de los consumidores, sino del contexto cultural y geográfico donde se producen y consumen estos productos (Grunert, 2010). Gran parte de los productos funcionales disponibles en el mercado son procesados, es decir, se han modificado en su estructura para añadirles sustancias benéficas, tales como antioxidantes, vitaminas, minerales y prebióticos (Castro et al., 2014). En otro sentido, se ha evidenciado

que existen alimentos tradicionales que cuentan con características de los alimentos funcionales como el maíz (*Zea mays* L.), frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), chía (*Salvia hispánica* L.) o el amaranto (*Amaranthus* spp.) (Orona-Tamayo et al., 2018).

El amaranto es un producto mexicano, cuyo consumo data de la época prehispánica donde era utilizado con fines rituales. Es un alimento ampliamente consumido en el Centro de México de manera tradicional, principalmente a través de un producto denominado Alegría, el cual se elabora con miel o azúcar para formar una pasta de forma circular, algunas veces se le añaden semillas de calabaza (*Cucurbita* sp.), pasas (uva deshidratada) o nueces (*Carya illinoensis* (Wangenh) Koch). Existe evidencia científica sobre sus propiedades nutricionales y funcionales, por ejemplo, Martínez-López et al. (2020) argumentan que la introducción de este grano a la dieta puede ayudar a promover la salud y prevenir enfermedades, dado que contiene lisina y compuestos bioactivos. Orona-Tamayo et al. (2019) establecen que el amaranto, además de otras semillas son considerados los "super alimentos del futuro" debido a sus características funcionales.

Lo anterior es una de las causas de que en el mercado mexicano se encuentren disponibles productos adicionados con amaranto y no únicamente se comercialice en su forma tradicional. Se han identificado nuevos productos adicionados con amaranto como yogurts, galletas o granolas, los cuales responden a nichos de consumidores específicos (Rojas-Rivas et al., 2019). La "salud y la funcionalidad" de este producto es uno de los

motivos que alienta su consumo, lo cual se extiende a otros alimentos tradicionales mexicanos, también percibidos como funcionales (De Albuquerque et al., 2019; Rojas-Rivas et al., 2020). Hasta donde se tiene conocimiento no existe información sobre cómo los consumidores mexicanos perciben los diferentes productos tradicionales y novedosos basados en amaranto, aunado a que tampoco se tiene información sobre la intención de compra de dichos productos de acuerdo a las características socio-demográficas de la población. Con base en lo anterior, se identificaron los motivos de consumo y disposición de compra hacia el amaranto (*Amaranthus* spp.) en México.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un muestreo por conveniencia en plazas públicas y comerciales en cinco zonas geográficas de la Ciudad de México. Los muestreos por conveniencia son eficientes para generar un acercamiento rápido hacia el objeto de estudio (Guerrero et al., 2010). Los criterios de selección de los participantes fue que consumieran regularmente el amaranto y tuvieran disponibilidad a participar en el estudio. Se reclutaron 610 consumidores de amaranto (Cuadro 1).

Para determinar los motivos de consumo, percepción de salud e intención de compra hacia productos basados en amaranto, se diseñó un cuestionario basado en el esquema del Food Choice Questionnaire (FCQ) desarrollado por Steptoe et al. (1995). Este apartado contenía 21 ítems que evaluaron seis constructos (Salud y funcionalidad, Características sensoriales, Bienestar físico y mental, Conveniencia, Precio y Etiquetado), de acuerdo

Cuadro 1. Características sociodemográficas de la muestra.

Variable sociodemográfica	Frecuencia	Porcentaje (%)
Genero		
Hombres	305	50.0
Mujeres	305	50.0
Edad		
18–25	297	48.7
26–35	181	29.7
36–45	58	9.5
46 o mas	74	12.1
Nivel educativo		
Bajo	91	14.9
Medio	296	48.5
Alto	223	36.6

con otros trabajos (Rojas-Rivas et al., 2019), estos constructos influyen en los motivos de consumo de amaranto. Los ítems se midieron en una escala de Likert de cinco puntos con las siguientes opciones de respuesta: 1=Nada importante, 2=Poco importante, 3=Ni nada importante, ni muy importante, 4=Importante y 5=Muy importante.

Salud percibida y disposición de compra: en esta sección se evaluaron ocho conceptos alimentarios sobre la forma tradicional y novedosa de productos de amaranto. Dichos conceptos alimentarios han sido utilizados para medir las preferencias hacia diversos productos (Ares y Gámbaro, 2007; Urala et al., 2011). La salud percibida sobre los conceptos se midió con una escala de Likert de cinco puntos con las siguientes opciones de respuesta: 1=nada saludable, 2=poco saludable, 3=me es indiferente, 4=algo saludable y 5=muy saludable. La intención de compra también se midió en una escala de Likert con las siguientes opciones de respuesta: 1=nada interesado, 2=poco interesado, 3=me es indiferente, 4=algo interesado y 5=muy interesado.

Análisis de la información: la validez de los constructos fueron evaluados con la prueba de Alfa de Cronbach. De acuerdo con Field (2009) la fiabilidad de los constructos debe ser mayor a 0.7. En el caso del cuestionario utilizado, solo tres constructos (Características sensoriales, Precio y Etiquetado) mostraron baja fiabilidad y validez ($\alpha < 0.7$). Sin embargo, en estudios exploratorios estos valores son válidos (Hair et al., 2010). Posteriormente,

Cuadro 2. Cuestionario utilizado para medir los motivos de consumo de amaranto.

Constructo	Ítem	Alpha	Media (DE)
Salud y funcionalidad (SyF)	Tiene un alto contenido de vitaminas y minerales	0.740	3.94 (0.80)
	Me mantiene saludable		
	Me ayuda a combatir o prevenir alguna enfermedad		
	Tiene sustancias benéficas para mi organismo		
Características sensoriales (CS)	Sabe bien	0.608	4.15 (0.75)
	Tiene buena apariencia		
	Tiene una textura placentera		
Bienestar físico y mental (BFyM)	Me anima	0.755	3.47 (0.93)
	Me ayuda a mejorar mi estado físico y mental		
	Me hace sentir bien		
	Me hace sentir seguro y confiable		
Conveniencia (CV)	Es fácil de conseguir	0.704	4.15 (0.78)
	Es fácil encontrarlo en tiendas o supermercados		
	Lo puedo consumir en cualquier lugar		
Precio (P)	Es barato	0.678	4.23 (0.79)
	Vale lo que pago		
	No es caro		
Etiquetado (ET)	Es de una marca conocida	0.607	2.53 (0.98)
	Tiene una etiqueta que me indica las sustancias o ingredientes que contiene		
	Tiene un sello donde menciona quien lo elabora		

DE=desviación estándar.

se calculó la media y desviación estándar como medidas de tendencia central y dispersión de los constructos para conocer los de mayor importancia. Para tener una mayor comprensión sobre las preferencias de la muestra, los constructos se analizaron por género y edad. Las diferencias estadísticas respecto al género se calcularon con la prueba estadística de T de Student, mientras que para la variable edad, se utilizó la prueba de ANOVA, la diferencias estadísticamente significativas se detectaron con la prueba de Tukey ($P < 0.05$) Todos los análisis se realizaron con software SPSS 23.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El Precio, Conveniencia y las Características Sensoriales son los elementos de mayor importancia entre las motivaciones de consumo de amaranto, ya que estos constructos son los que obtuvieron los valores más elevados en las medias. El constructo de Salud y funcionalidad también fue importante ya que obtuvo un valor de 3.94. Finalmente, los de menor relevancia fueron Bienestar físico y mental y Etiquetado, ya que obtuvieron los valores más bajos en las medias. Otros estudios establecen que las principales motivaciones para consumir alimentos son sus características sensoriales (Cabral *et al.*, 2017). Para el caso del amaranto, se ha reportado que el factor Conveniencia es uno de los principales motivos de compra (Rojas-Rivas *et al.*, 2019). Esto se debe a que es un alimento listo para consumir, aunado a que generalmente no tiene ningún etiquetado, lo que explica que el constructo Etiquetado haya sido el de menor relevancia. No se encontraron diferencias ($P > 0.05$) de acuerdo al género, en la mayoría de los constructos que influyen en los motivos de consumo, a excepción del Precio ($P = 0.027$). Sin embargo, con la edad se encontraron diferencias ($P < 0.05$) en casi todos los constructos a ex-

cepción de Etiquetado y Precio (Cuadro 3). Los resultados sugieren que los grupos de mayor edad confieren más importancia a los constructos de SyF y BFyM que provee el consumo de amaranto. El grupo de mayor edad obtuvo el puntaje más elevado en el constructo de BFyM. Estos resultados coinciden con otros estudios (Ares y Gámbaro, 2007) que establecen que los grupos de mayor edad son más conscientes de las características de los alimentos funcionales.

Percepción de salud y disposición de compra

Los conceptos alimentarios que reflejan la forma tradicional y novedosa de productos de amaranto se evaluaron de acuerdo al género y edad. La Figura 1 muestra la disposición de compra de los participantes, en la mayoría de los conceptos propuestos las mujeres tuvieron mayor disposición de compra, a excepción del "Mazapán con amaranto" en donde los hombres registraron mayor valor.

El dulce de Alegría junto con la Granola adicionada con amaranto fueron los productos con los valores más elevados, lo que sugiere que las preferencias de los consumidores giran en torno a lo tradicional y novedoso, esto puede deberse a que algunos grupos de consumidores tienen patrones de consumo conservadores, mientras que otros buscan probar cosas nuevas. Los productos que tuvieron menor disposición de compra fueron el Amaranto en polvo y la Bolsa de amaranto reventado. Respecto a la percepción de salud la Granola con amaranto tuvo el puntaje más elevado, mientras que el producto que fue percibido con menor nivel salud fue el Mazapán con amaranto. La Alegría y el Yogurt con amaranto también obtuvieron valores elevados en el nivel de salud percibido (Figura 3).

Cuadro 3. Motivos de consumo de productos a base de amaranto (*Amaranthus sp.*) de acuerdo a las características sociodemográficas de la muestra.

	Hombre	Mujer	18-25	26-35	36-45	46 o mas
SyF	3.91 ^a (1.00)	3.98 ^a (1.25)	3.84 ^a (0.78)	3.92 ^{ab} (0.79)	4.18 ^{bc} (0.72)	4.21 ^c (0.82)
CS	4.11 ^a (1.00)	4.19 ^a (1.00)	4.05 ^a (0.77)	4.24 ^b (0.71)	4.32 ^{ab} (0.64)	4.20 ^{ab} (0.83)
BFyM	3.44 ^a (1.00)	3.50 ^a (1.25)	3.26 ^a (0.88)	3.52 ^{bc} (0.85)	3.78 ^{bc} (0.89)	3.90 ^{cd} (1.10)
CV	4.09 ^a (1.00)	4.21 ^a (1.33)	4.06 ^a (0.80)	4.17 ^a (0.76)	4.29 ^a (0.79)	4.37 ^{ab} (0.74)
P	4.15 ^a (1.33)	4.30 ^b (1.00)	4.17 ^a (0.83)	4.19 ^a (0.74)	4.39 ^a (0.65)	4.41 ^a (0.79)
ET	2.54 ^a (1.67)	2.51 ^a (1.67)	2.49 ^a (0.92)	2.63 ^a (0.99)	2.59 ^a (1.00)	2.38 ^a (1.38)

Los valores entre paréntesis, indican la Desviación Estándar de cada constructo.

^{a,b} Diferentes letras indican diferencias estadísticamente significativas de acuerdo a la prueba de T con respecto a la variable género.

^{a,b,c,d} Diferentes letras indican diferencias estadísticamente significativas de acuerdo a la prueba de Tukey ($P < 0.05$) con respecto a la variable edad.

En la mayoría de los conceptos estudiados, el grupo con mayor disposición de compra osciló entre 35 y 46 años de edad. Esto se puede deber a que esta franja etaria es más consciente sobre el cuidado de la salud. Los productos con valores más elevados en la disposición de compra fueron la Alegría y la Granola Adicionada con amaranto, especialmente con el grupo de 36-45 años. Los productos que recibieron menor interés fueron la Bolsa de Amaranto y el Amaranto en polvo, especialmente entre los grupos más jóvenes (Figura 3). La mayoría de los productos propuestos, obtuvieron puntajes elevados sobre su percepción de salud en el grupo de 36-45 años. Sin embargo, el grupo más longevo tuvo la media más elevada en la Alegría (Figura 4).

El producto percibido con menor nivel de salud fue el Mazapán con amaranto. Pero el valor obtenido en la Granola con amaranto entre el grupo más joven fue alto. En ese sentido, estos productos podrían ser de interés entre consumidores jóvenes.

CONCLUSIONES

Esta investigación mostró algunos elementos sobre el consumo de amaranto, disposición de compra y percepción de salud sobre productos tradicionales y novedosos con amaranto. Gran parte de los conceptos alimentarios propuestos en este artículo son productos disponibles en el mercado mexicano, por lo que los resultados pueden ayudar a las agroindustrias en el diseño, promoción y desarrollo de productos a base, o acompañados de amaranto que puedan ser de interés para los consumidores. Dado que el amaranto es un alimento con propiedades de los alimentos funcionales, las variables propuestas junto con las características sociodemográficas de los consumidores deben ser considerados para su posicionamiento en el mercado.

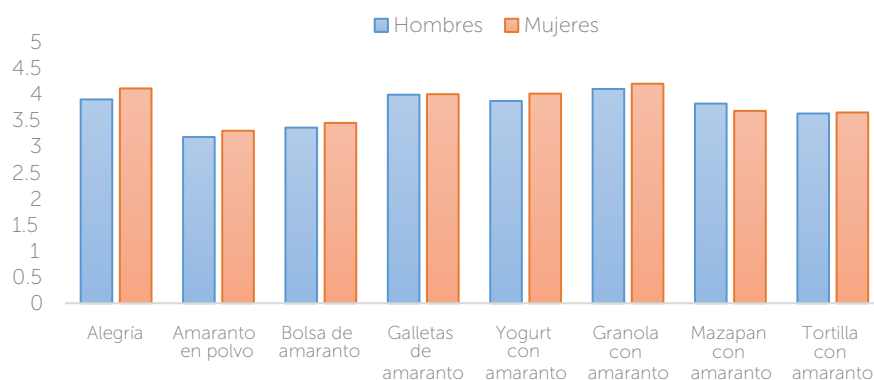


Figura 1. Disposición de compra de productos tradicionales y novedosos de amaranto de acuerdo a la variable género.

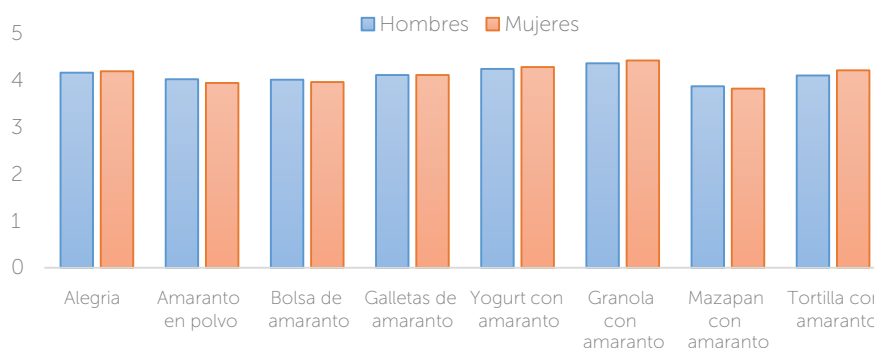


Figura 2. Percepción de salud en los productos tradicionales y novedosos de acuerdo a la variable género.

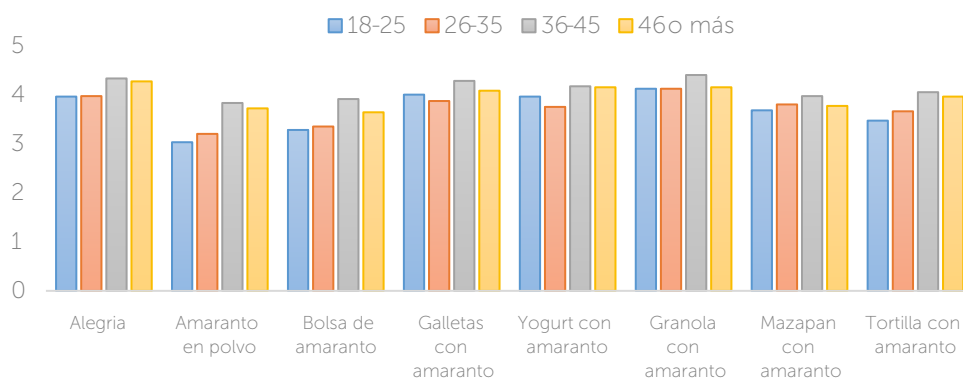


Figura 3. Disposición de compra de productos tradicionales y novedosos de amaranto de acuerdo a los grupos etarios.

Este trabajo fue financiado con recursos del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) con el proyecto 220531CB-2013.

LITERATURA CITADA

- Ares, G. y Gámbaro, A. (2007). Influence of gender, age and motives underlying food choice on perceived healthiness and willingness to try functional foods, *Appetite*, Vol. 49, Núm. 1, pp. 148-158. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2007.01.006>
- Cabral, D., Vaz de Almeida, M.D. y Cunha, L.M. (2017). Food choice questionnaire in an African country – application and validation in Cape Verde, *Food Quality and Preference*, Vol. 62, pp. 90-95. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2017.06.020>

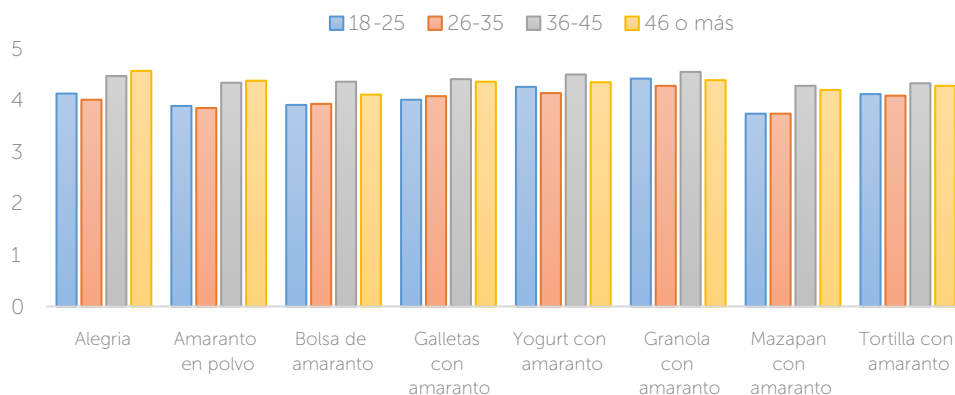


Figura 4. Percepción de salud en los productos tradicionales y novedosos de acuerdo a los grupos etarios

Castro, J.M., Tornadijo, M.E., Fresno, J.M. y Sandoval, H. (2014). Review article. Biochesse: a food probiotic carrier, *BioMed Research International*, 1-11, 733056. <https://doi.org/10.1155/2015/723056>

De Albuquerque, J., de Souza, J.J., de Albuquerque, J., Silva, T., Escalona-Buendía, H., Bosquez-Molina, E. y Moreria, P. (2019). Consumer perception and use of nopal (*Opuntia ficus-indica*): a cross-cultural study between Mexico and Brazil, *Food Research International*, Vol. 124, pp. 101-108. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.08.036>

Doyon, M. y Labrecque, J. (2008). Functional foods: A conceptual definition, *British Food Journal*, Vol. 110, pp. 1133-1149. <https://doi.org/10.1108/00070700810918036>

Field, A. (2009). *Discovering Statistics Using IBM SPSS Statistics*, 3rd ed., SAGE Publications, London.

Goetzke, B. y Spiller, A. (2014). Health-improving lifestyles of organic and functional food consumers, *British Food Journal*, Vol. 116, pp. 510-526. <https://doi.org/10.1108/BFJ-03-2012-0073>

Grunert, K. (2010). European consumers' acceptance of functional foods, *Annals of the New York Academy of Sciences*, Vol. 1190, pp. 166-173. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2009.05260.x>

Guerrero, L., Claret, A., Verbeke, W., Enderli, G., Zakowska-Biemans, S., Vanhonacker, F., Issanchou, S., Sajdakowska, M., Sligne, B., Scalvedi, L., Contel, M. y Hersleth, M. (2010). Perception of traditional food products in six European regions using free word association, *Food Quality and Preference*, Vol. 21 No. 2, pp. 225-233. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2009.06.003>

Hair, J.F., Black, W.C., Tatham, R.L. y Anderson, R.E. (2010). *Multivariate Data Analysis*, 7th ed., Prentice Hall International, London.

Martínez-López, A., Millan-Linares, M.C., Rodríguez-Martin, N.M., Millan, F. y Monserrat-de la Paz, S. (2020). Nutraceutical value of kiwichua (*Amarantus caudatus* L.), *Journal of Functional Foods*, Vol. 65, Article ID 103735. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2019.103735>

Orona-Tamayo, D., Valverde, M.E. y López-Paredes, O. (2019). Bioactive peptides from selected latin American food crops – A nutraceutical and molecular approach, *Critical Reviews in Food Science and Technology*, Vol. 59, Num. 12, pp. 1949-1975. <https://doi.org/10.1080/10408398.2018.1434480>

Rojas-Rivas, E., Espinoza-Ortega, A., Martínez-García, C.G., Moctezuma-Pérez, S. y Thomé-Ortiz, H. (2018). Exploring the perception of Mexican urban consumers towards functional foods using the free word association technique, *Journal of Sensory Studies*, Vol. 33, pp. 1-11. <https://doi.org/10.1111/joss.12439>

Rojas-Rivas, E., Espinoza-Ortega, A., Thomé-Ortiz, H., Moctezuma-Pérez, S. y Cuffia, F. (2019). Understanding consumers' perception and consumption motives towards amaranth in Mexico using the Pierre Bourdieu's theoretical concept of Habitus, *Appetite*, Vol. 139, pp. 180-188. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2019.04.021>

Rojas-Rivas, E., Viesca-González, F.C., Favila-Cisneros, H. y Cuffia, F. (2020). Consumers' perception of a traditional fermented beverage in Central Mexico. An exploratory study with the case of pulque, *British Food Journal*, Vol. 122, Núm. 2, pp. 708-721. <https://doi.org/10.1108/BFJ-05-2019-0317>

Step toe, A., Pollard, T. y Wardle, J. (1995). Development of a measure of the motives underlying of the selection of food: The Food Choice Questionnaire, *Appetite*, Vol. 25, pp. 267-284. <https://doi.org/10.1006/appe.1995.0061>

Urala, N., Schutz, H. y Spinks, J. (2011). Consumer Perceptions of "Functional Food" in the United States, *Journal of Food Products Marketing*, Vol. 17, Núm. 4, pp. 407-419. <https://doi.org/10.1080/10454446.2011.583181>



SIAL approach to implement a quality seal for red vigor organic tuna (*Opuntia ficus-indica* L. Mill.)

Enfoque SIAL para implementar un sello de calidad en la tuna orgánica rojo vigor (*Opuntia ficus-indica* L. Mill.)

Espinoza-Ortega, Angélica^{1*}; Sánchez-Vega, Laura P.¹; Betancourt-Espinoza, Lorena¹; Herrera-Tapia, Francisco¹; Ramos-Chávez, Héctor A.²; Thomé-Ortiz, Humberto¹

¹Universidad Autónoma del Estado de México, México. ²Universidad Nacional Autónoma de México, México.

*Autor de correspondencia: angelica.cihuatl@gmail.com

ABSTRACT

Objective: to analyze from the SIAL approach the territories of Chapulco and San Sebastián Villanueva in Puebla, Mexico, to determine the feasibility of obtaining a quality seal for red vigor tuna (*Opuntia ficus-indica* L. Mill.), of organic production.

Design/methodology/approach: using the SIAL approach, four criteria were determined in the delimitation of the territory, which were: physical aspects, local history and reputation of the product, local practices and location of the producers. Likewise, the attributes of the territory in relation to the tuna product were identified, from the producers' perspective, through participatory workshops.

Results: both territories have edaphoclimatic conditions for tuna farming and a historical trajectory dating back to pre-Hispanic times, generationally inherited know-how and they are collectively organized. However, the cultivation of red vigor organic tuna in San Sebastián is a role model for other localities and States, since it has developed its own technology based on experience and has had greater organizational growth.

Limitations on study/implications: due to the organizational dynamics in the Chapulco territory, the process of obtaining the Fair Trade quality seal may be delayed since they do not have strong institutional links.

Findings/conclusions: it is possible to manage a Denomination of Origin for San Sebastián Villanueva, because it has been possible to integrate the links of the productive chain. In the case of Chapulco, the Fair Trade Seal is suggested due to the territorial and social dynamics that this territory presents.

Keywords: territory, quality certification seals, organic production.

RESUMEN

Objetivo: analizar desde el enfoque SIAL los territorios de Chapulco y San Sebastián Villanueva en Puebla, México, para determinar la factibilidad de obtener un sello de calidad para la tuna rojo vigor (*Opuntia ficus-indica* L. Mill.) de producción orgánica.

Diseño/metodología/aproximación: utilizando el enfoque SIAL se determinaron cuatro criterios en la delimitación del territorio que fueron: aspectos físicos, historia local y reputación del producto, prácticas locales y localización de los productores. Asimismo, se identificaron los atributos del territorio con relación al producto tuna, desde la perspectiva de los productores mediante talleres participativos.

Agroproductividad: Vol. 13, Núm. 3, marzo, 2020, pp: 71-76.

Recibido: noviembre, 2019. **Aceptado:** febrero, 2020.

Resultados: ambos territorios cuentan con las condiciones edafoclimáticas para el cultivo de la tuna y una trayectoria histórica que data de la época prehispánica, saber y hacer heredados generacionalmente, y están organizados colectivamente. Sin embargo, el cultivo de tuna rojo vigor orgánica en San Sebastián es un modelo a seguir para otras localidades y estados, ya que ha desarrollado tecnología propia con base en la experiencia y ha tenido mayor crecimiento organizacional.

Limitaciones del estudio/implicaciones: debido a las dinámicas organizativas en el territorio de Chapulco es posible que se retrase el proceso de la obtención del sello de calidad Fair Trade ya que no cuentan con vínculos institucionales sólidos.

Hallazgos/conclusiones: es posible la gestión de una Denominación de Origen para San Sebastián Villanueva ya que ha logrado integrar los eslabones de la cadena productiva. Para Chapulco se sugiere el sello de Comercio Justo debido a las dinámicas territoriales y sociales que presenta este territorio.

Palabras clave: territorio, sellos de calidad diferenciada, producción orgánica.

niente del nopal (familia Cactaceae, género *Opuntia*), el cual cuenta con una amplia diversidad por ser centro de origen y distribución (Gallegos & Mondragón, 2013; Méndez & García, 2006). Existen alrededor de 93 especies con tonalidades de tuna desde verde-amarillo hasta rojo-púrpura (Reyes-Agüero, Aguirre, & Flores, 2005). Actualmente se ha generado una tendencia importante hacia el cultivo de tunas de pulpa roja, derivada principalmente por mayor aceptación en mercados internacionales. Los cultivares preferidos son Rojo Vigor, Rojo Pelón, Roja Torreja y Roja Azteca (Mondragón & Gallegos, 2013; SPNyT, 2014). Aunque México es el primer productor de tuna a nivel mundial, es Italia el mayor exportador contando con dos DOP para este fruto. Considerando este ejemplo, atributos específicos como el territorio y el carácter de típico de la tuna producida en Puebla, México, podrían coadyuvar a su diferenciación a partir de sellos distintivos de la calidad para llegar a una marca territorial, agregándole valor, y mayores beneficios para sus pobladores (Aranda & Combariza, 2007). Es por ello que en México, la tuna podría ser distinguida con un sello de calidad, debido a su amplia distribución territorial y su riqueza genética, además de representar una fuente de ingreso para las comunidades rurales en zonas áridas y semiáridas (Méndez & García, 2006). El Sistema Producto Nopal y Tuna (SPNyT) de México, busca la implementación de un sello de calidad diferenciada (DO) para la protección y reconocimiento de la Tuna Rojo Vigor, que se cultiva en los territorios de Chapulco y San Sebastián Villanueva, Puebla. De manera que el objetivo de esta investigación fue analizar desde el enfoque SIAL dichos territorios, para determinar la

INTRODUCCIÓN

En el mundo han sucedido cambios en las dinámicas territoriales debido al desarrollo tecnológico y apertura a los mercados globales, aunado al consumo masivo en las urbes, ya que cerca del 75% de la población mundial es urbana. Esto hace más notables las desigualdades con las zonas rurales, por lo que es necesario utilizar estrategias que permitan coadyuvar el desarrollo económico de zonas desfavorecidas. En ese sentido, la identidad territorial sirve para dar una ventaja diferenciadora a los productos agroalimentarios dentro del mercado local-global (Aranda & Combariza, 2007). A la par de lo anterior se consolidan nuevos nichos de mercado que buscan productos auténticos, de calidad que vayan en contrasentido a la industrialización, usando la identidad cultural como fuente de valorización (Acampora & Fonte, 2007). Estos consumidores buscan el vínculo entre el productor, el producto y su lugar de origen. Ante ello, distintos productos han buscado proyectar sellos de calidad que les permitan diferenciarse del resto ante los ojos del consumidor.

Entre estos sellos se encuentran: las Denominaciones de Origen Protegidas (DOP), Identificaciones de Origen (IO), el Comercio Justo, Marcas Colectivas (MC), Orgánicos y la Especialidad Tradicional Garantizada (ETG), por mencionar algunos. El valor de estos sellos se basa en su asociación a los atributos que les confiere el territorio, el saber hacer, las condiciones comerciales justas, el respeto a la naturaleza y la salud, sólo por mencionar algunos (Aranda & Combariza, 2007). México sólo cuenta con los sellos como México Calidad Suprema (MCS), producto orgánico, Marca Colectiva y Denominación de Origen (SAGARPA, 2013). Asimismo, cuenta con diversos productos que debido a su vínculo y su importancia territorial y cultural bien pueden ser valorados, entre ellos la tuna (*Opuntia ficus-indica* L. Mill.), que es el fruto prove-

factibilidad de implementar un sello de calidad para la tuna orgánica Rojo Vigor (*Opuntia ficus-indica* L.).

MATERIALES Y MÉTODOS

De acuerdo con Vandecandelaere et al. (2010) y a la guía metodológica SIAL (Boucher & Reyes, 2011) para la delimitación de la zona geográfica de producción, deben de tomarse cuatro criterios fundamentales: 1) variables agroecológicas que inciden en la calidad del producto (incluye tipos de suelo, clima, topografía, exposición solar y suministro hídrico, entre otros). 2) Historia local y reputación del producto. Referida a la notoriedad adquirida por el producto en el mercado, resultado de antecedentes de consumo y tradiciones (Tolentino, 2014). 3) Prácticas locales que evidencien la existencia de factores humanos articulados en un saber-hacer, como forma de construcción social de la calidad. 4) Localización de los productores. Esta debe ser la real (zonas o regiones en las que actualmente se encuentran asentados) y la potencial (zona o región en la que podrían extenderse como consecuencia del incremento de la demanda), de tal forma que se garantice el acceso equitativo a los beneficios del proceso de calificación y obtención de un sello de calidad. Asimismo, se identificaron los atributos del territorio en relación al producto, desde la perspectiva de los productores mediante talleres participativos (Aranda & Combariza, 2007; Boucher & Reyes, 2011; Espeitx, 1996; Vandecandelaere et al., 2010). Se realizaron 12 talleres, divididos cuatro por grupo, que fueron: productores de Chapulco, productores de San Sebastián Villanueva y uno más constituido por Prestadores de Servicios Profesionales e integrantes del SPNyT y del SPNyTP, en Puebla, México. Se trabajó con dichos grupos debido a que por años han cultivado la tuna, adquiriendo una amplia experiencia y conocimiento sobre el medio y el producto.

Características físico-geográficas de los territorios

Los recursos naturales, con los que cuenta San Sebastián Villanueva, en Acatzingo, Puebla, son un conjunto montañoso llamado La Palizada, el cual está cubierto tanto de árboles como de matorral desértico asociado a vegetación secundaria arbustiva, la producción predominante de tuna se asocia con la presencia de suelos de origen ígneo por su cercanía al eje neovolcáni-

co, presentan una textura franco arenosa que los hace útiles para actividades agrícolas moderadas (Prontuario, 2014). El cultivar de tuna se desarrolla favorablemente en la región de Chapulco, cuyos suelos accidentados, arcillosos y de clima seco y extremoso, presentan condiciones apropiadas para esta especie muy resistente a los veranos prolongados y épocas de sequía extrema, generando mayor dulzura y firmeza, lo que la hace diferente de la tuna de San Sebastián Villanueva; sin embargo, recientes alteraciones climáticas han afectado el sureste y suroeste del municipio dando paso a plagas y enfermedades (Cuadro 1).

Historia de la tuna en San Sebastián Villanueva

El cultivo de tuna en esta localidad se asocia a la época prehispánica donde los pobladores de estas tierras lo cultivaron formando parte de su dieta. Más tarde, los excedentes eran comercializados en los mercados locales. Su economía se basaba en cultivos de subsistencia, pero el año de 1950 se desarrolló el Programa de Diversificación de Cultivos para Zonas Áridas. La familia Carpio inició, en 1975, su producción de tuna "Criolla o Villanueva", en ese momento enfrentaba diferentes problemas, tales como la baja tecnificación en la cosecha, calidad regular de la tuna, despeinado con escoba que maltrataba (eliminación de espinas) el fruto y disminuía la vida de anaquel, falta de espacios de acopio, de transporte propio y mercado restringido a intermediarios. Esto se subsanó cuando se incorporaron tecnologías para todo el proceso productivo, además de incursionar en la producción orgánica, por lo que actualmente se ha convertido en un modelo para los productores tuneros de la región y de otros estados. En esta comunidad se realiza la feria de la tuna y del nopal teniendo como objetivo promover la comercialización y consumo de estos productos; en su edición XVI hubo 86 expositores con más de 300 que incluían nopal o tuna.

Cuadro 1. Características físico-geográficas de los territorios.

Variable	San Sebastián Villanueva	Chapulco
Relieve	Valles y lomeríos	Montañas, barrancas y laderas
Suelo	Ígneo y franco arenoso	Arcilloso arenoso
Clima	Cálido semi-seco	Cálido seco
Vegetación	Bosque y pastizal	Pastizales, matorrales, cactáceas, forma parte de la Reserva de la Biosfera de Tehuacán-Cuicatlán
Temperaturas	12-18 °C	12-35 °C
Altitud	2320 m	2000 m
Precipitación	600-900 mm	500 mm

Historia de la tuna en Chapulco

Se tiene referencia de que el cultivo de nopal en la región de Tehuacán tiene sus inicios según vestigios que datan de hace 7,000 mil años, se encontraron fosilizadas semillas y cáscaras de tuna, así como fibras de pencas de nopal. Actualmente, las nopaleras silvestres están ampliamente distribuidas en la región (Flores, Luna, & Ramírez, 1995), por lo que se considera que es en esta zona donde inició la domesticación de la especie (Corrales & Flores, 2003). Los huertos generacionales de traspatio dan testimonio de ello, hasta el día de hoy estos se conservan para autoconsumo, y el excedente se comercializa en el mercado de la localidad y ciudades aledañas. Cabe mencionar que, en los muros de Tehuacán, Puebla, esta planta está plasmada como parte de su patrimonio cultural. En 2008 que el gobierno de Puebla reconoció a la región con potencial para el desarrollo de este cultivo, por lo que de manera inicial se establecieron en Chapulco 38 ha de nopal para tuna variedad rojo vigor, de las cuales actualmente se cultivan 25 ha de producción orgánica.

Ambos territorios tienen sus inicios en los huertos de traspatio, no obstante, quien ha desarrollado una producción intensiva es San Sebastián Villanueva, a diferencia de Chapulco quien solo conservaba sus huertos para autoconsumo, y el excedente lo comercializaban en el mercado de Tehuacán; sin embargo, actualmente con la diversificación de este cultivo en la zona los productores están cambiando sus perspectivas por la rentabilidad del cultivo y el mejoramiento de sus suelos.

El saber hacer

En San Sebastián Villanueva los

agro-productores han desarrollado tecnología propia con base en la experiencia, lo cual refleja la importancia del valor de su producción, obteniendo 27 500 toneladas de tunas de buena calidad (roja vigor, cristalina y amarillo diamante) que se coloca en el mercado nacional e internacional. En específico la tuna Rojo Vigor que es la de interés para el estudio tiene un periodo amplio de producción que le permite alcanzar un rendimiento importante que va de 12-18 t ha⁻¹. La cantidad de plantas por hectárea es una de las razones por las que la productividad es mayor. La región se caracteriza por tener un intenso manejo del suelo y un adecuado cuidado de su plantación, utilizando abonos orgánicos, controlando plagas y enfermedades y realizando periódicamente las podas necesarias para la obtención de un producto con la calidad que exigen los mercados internacionales: tamaño, color de la cáscara, proporción de semillas, pulpa y el contenido de azúcares.

En San Sebastián Villanueva, hay 5,000 ha de tuna de las cuales acopian 2,000 ha de 300 productores, siendo el 10% de tuna roja orgánica, y se apega a la Ley DOF 07-02-2006 de productos orgánicos en México.

En cuanto a la comunidad de Chapulco, las actividades agrícolas son llevadas a cabo por todos los integrantes de la familia, que comprende las siembra de los cultivos de nopal, maíz (*Zea mays* L.) y frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) principalmente, que sirven para el autoconsumo y comercialización, también existe el trabajo del traspatio. La mayoría de los productores del territorio se enfrentan a condiciones desventajosas en la producción y comercialización de sus productos al competir

con sistemas modernos de producción con economías de escala. El hecho de diversificar su producción con tuna orgánica ha hecho que busquen asesoría (trasferencia de tecnología). Los niveles de productividad, de cada uno de los productores aún son bajos a pesar del trabajo en conjunto que realizan, por lo que se espera que en los años subsiguientes los niveles de producción se incrementen tanto por la madurez de la planta como por las labores culturales.

En cuanto al territorio de Chapulco, este se apega a un manejo de producción bajo en insumos (DOF, 2006) realizando labores de manera tradicional lo que representa el saber hacer de los productores respecto al control de plagas y enfermedades, así como captar agua de lluvia, abonado, podas, deshierbe manual, cosecha, y finalmente la venta del producto.

Los productores, su organización y vínculos territoriales

La empresa la Flor de Villanueva hace uso de alianzas y aprovechamiento de externalidades; la vinculación de los pequeños productores rurales con empresas procesadoras y cadenas de auto servicio, lo cual muestra la integración de la cadena de valor. Ha desarrollado capacidades de gestión organizativa y empresarial que la han llevado a posicionarse en el mercado de exportación (Canadá, Estados Unidos, Europa y Holanda) con la tuna roja. En Chapulco los productores son ejidatarios que en el año 2009 se asociaron como Productores de Tuna de la Región de Tehuacán, S.P.R. de R.L., para tener mayor accesibilidad a recursos gubernamentales; sin embargo, el nivel de organización se muestra desfavorable para la lo-

calidad de Chapulco por la falta de vínculos institucionales, pero tiene como ventaja la producción totalmente orgánica y fuerte apoyo del SPNyT en la transferencia de tecnologías. Ambas comunidades son impulsadas por instituciones como la Fundación Produce Puebla A.C. (FUPPUE) en conjunto con la SADER (antes Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación SAGARPA), la Secretaría de Desarrollo Rural del estado de Puebla (SDR), entre otras. Cada uno de los grupos de productores se encuentran constituidos como una Sociedad de Producción Rural de Responsabilidad Ilimitada, con lo cual cada uno de sus socios responde por sí, además de tener algunas otras ventajas fiscales, comerciales y de organización.

Estrategias sugeridas para los territorios analizados

Se sugiere que para cada territorio analizado se utilicen sellos de calidad diferenciada específicos, acorde a las características territoriales con las que cuentan. Por lo que para la asociación la Flor de Villanueva, es pertinente la gestión de una Denominación de Origen debido al alto nivel de desarrollo que han alcanzado como empresa, así como a sus características edafoclimáticas, su historicidad, al saber hacer y los vínculos territoriales, la calidad, volumen de producción y el interés en el mercado exterior el cual requiere de un sello de garantía que les permita diferenciarse de sus competidores y le de certeza a los consumidores. Para lograrlo se deberán desarrollar las reglas de uso con base en su producción y establecer el Consejo Regulador de tuna (conformado por integrantes de la cadena de valor como: productores, acopiadores, investigadores y comerciantes, entre otros). Será la organización dedicada a verificar y certificar el cumplimiento de las reglas de uso, así como a promover la calidad, la cultura y el prestigio del fruto dentro y fuera del país.

En cuanto a la asociación de Productores de tuna de la región de Tehuacán, se considera el sello de "comercio justo", cuyo objetivo es garantizar que los productores reciban un precio que traduzca rentabilidad adecuada de su aportación de destrezas, trabajo y recursos (Gallegos & Medina, 2013). A su vez, este sello permite obtener un reconocimiento a su calidad integral: ecológica, social y cultural (Norma General de Comercio Justo, 2000).

En cuanto al caso de Chapulco la certificación orgánica participativa es una opción viable que no cuentan con recursos económicos para pagar un servicio de certificación, está reconocida por la Ley de productos Orgáni-

cos (SAGARPA, 2013). Una ventaja de este tipo de acreditación es que permite que el volumen de producción orgánica se dirija al mercado local, regional y de intercambio a nivel nacional. La Red Mexicana de Tianguis y Mercados Orgánicos permite realizar dicha certificación. Finalmente, los sellos de calidad ofrecen un producto confiable para el consumidor, a partir de las garantías que cubre una certificación, la cual se anuncia a través de una etiqueta sobre la calidad diferenciada del producto, lo que representa que el producto tenga trazabilidad, procesos confiables, controlados y un destino sistemáticamente verificado.

CONCLUSIONES

De manera concreta para los territorios analizados se sugiere para San Sebastián Villanueva la gestión de una DOP, debido a que ha logrado integrar los eslabones de la cadena productiva para una producción sostenible donde se encuentran implícitos la historicidad del producto, el saber hacer de los productores, los vínculos territoriales y características edafoclimáticas que le aportan tipicidad al producto. Para el territorio de Chapulco el sello de Comercio Justo México (CJM) responde a las características de esta organización de productores, así como a su producción. Es decir, pequeños productores que no dependen de mano de obra contratada. Dado que su producción es orgánica o libre de agroquímicos, es posible que los productores obtengan beneficios al resaltar las características intrínsecas de su producto (trabajo del productor, insumos materiales y los recursos naturales involucrados) lo que se ve remunerado en un sobreprecio que se destinaría a proyectos de desarrollo comunitario cuando el producto quede certificado.

LITERATURA CITADA

- Acampora, T., & Fonte, M. (2007). Productos típicos, estrategias de desarrollo rural y conocimiento local. *Opera*, 2007(7), 191–212.
- Aranda, Y., & Combariza, J. (2007). Las marcas territoriales como alternativa para la diferenciación de productos rurales. *Agronomía colombiana*, 25(2), 367–376.
- Boucher, F., & Reyes, J. A. (2011). Guía metodológica para la activación de Sistemas Agroalimentarios Localizados. México: IICA, CIRAD, REDSIAL México-Europa.
- Corrales, J., & Flores, C. (2003). Nopalitos y tunas: producción, comercialización, poscosecha e industrialización. México: Universidad Autónoma de Chapingo.
- Espeitx, E. (1996). Los nuevos consumidores o las nuevas relaciones entre el campo y la ciudad a través de los productos de la tierra. *Agricultura y Sociedad*, (80–81), 83–116.
- Flores, C., Luna, J., & Ramírez, P. (1995). Mercado mundial de la tuna. México.

- Gallegos, C., & Mondragón, C. (2013). Los recursos fitogenéticos de nopal y cultivares de tuna disponibles para el Altiplano. En Clamente Gallegos, S. de J. Méndez Gallegos, & C. Mondragón Jacobo (Eds.), *Producción Sustentable de la Tuna en San Luis Potosí*. (pp. 51–63). México: Colegio de Postgraduados - Fundación Produce San Luis Potosí.
- Gallegos, C., & Medina, G. (2013). Potencial productivo del nopal tunero en San Luis Potosí. En Clamente Gallegos, S. de J. Méndez Gallegos, & C. Mondragón Jacobo (Eds.), *Producción Sustentable de la Tuna en San Luis Potosí*. (pp. 69–78). México: Colegio de Postgraduados-Fundación Produce San Luis Potosí.
- Geilfus, F. (2009). 80 Herramientas de participación comunitaria (8°). Costa Rica: IICA.
- Méndez, S., & García, J. (2006). La tuna: Producción y diversidad. *Biodiversitas*, (68), 1–5.
- Mondragón, C., & Gallegos, C. (2013). Los sistemas de producción comercial de tuna en México y su aplicación en el Altiplano. En Clamente Gallegos, S. de J. Méndez Gallegos, & C. Mondragón Jacobo (Eds.), *Producción Sustentable de la Tuna en San Luis Potosí*. (pp. 37–48). México: Colegio de Postgraduados y Fundación Produce San Luis Potosí.
- Reyes-Agüero, J. A., Aguirre, J. R., & Flores, J. L. (2005). Variación morfológica de opuntia (cactaceae) en relación con su domesticación en la altiplanicie meridional de México. *Interciencia*, 30(8), 476–484.
- SAGARPA. (2013). Sello Orgánico. Recuperado el 13 de octubre de 2015, de www.columnainformativa.com/.../sagarpa-emite-sello-que-avala-certificacion-de-productos-organicos
- SPNyT. (2014). Sistema Producto de Nopal y Tuna. Producción. Recuperado el 15 de octubre de 2015, de http://w6.siap.gob.mx/comercio/siim/frutasyhortalizas/consulta_nacional_mensual.php
- Tolentino, J. M. (2014). La producción de arroz del estado de Morelos: una aproximación desde el enfoque SIAL. *Estudios Sociales*, 22(44), 39–61.
- Vandecandelaere, E., Arfini, F., Belletti, G., & Marescotti, A. (2010). *Uniando personas, territorios y productos. Guía para fomentar la calidad vinculada al origen y las indicaciones geográficas sostenibles*. (E. Vandecandelaere, F. Arfini, G. Belletti, & A. Marescotti, Eds.) (Vol. 9). FAO y SINER-GI.



Foliar fertilization in the quality of lisianthus (*Eustoma grandiflorum* (raf.) Shinners.) 'Flamenco purple' stems

Fertilización foliar en la calidad de tallos de lisianthus 'flamenco purple' (*Eustoma grandiflorum* (raf.) Shinners.)

Cruz-Crespo, Elia¹; Jaen-Contreras, David², Cadena-Iñiguez, Jorge³, Gaytan-Acuña, Aracely, Arévalo-Galarza, Ma. de Lourdes^{2*}

¹Unidad Académica de Agricultura de la Universidad Autónoma de Nayarit, Km 9 Carretera Tepic-Compostela, Xalisco Nayarit. ²Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Recursos Genéticos y Productividad-Fruticultura km 36.5 Carretera México- Texcoco C. P. 56230, Texcoco, Estado de México. ³Colegio de Postgraduados, Campus San Luis Potosí, 78622, Salinas de Hidalgo, San Luis Potosí, México.

*Autor para correspondencia: larevalo@colpos.mx

ABSTRACT

Objective: Evaluate two sources of foliar fertilization to improve the quality and post-harvest life of lisianthus stems (*Eustoma grandiflorum*) 'Flamenco Purple'.

Design/methodology/approach: Lisianthus plants were sprayed with different sources of fertilization (T1: Bayfolan Forte[®]; T2: Humifert[®] (Cosmosel) (10 mL L⁻¹); T3: (Ca(NO₃)₂+ KNO₃) and T4: Humifert[®] (Cosmosel) (20 mL L⁻¹) every week, from the appearance of the first flower buds, with four applications. The variables evaluated in pre-harvest were: plant height, stem diameter, number of leaves and number of flower buds, and in post-harvest: vase life, fresh weight of the stems, and nutritional analysis (N, P, K, Ca, Mg, Cu and Zn) of flowers, leaves and stem. An experimental design used was completely randomized and comparison of means (Tukey, $\alpha=0.05$) with 8 replicates.

Results: The treatment with Humifert[®] (20 mL L⁻¹) significantly increased the stem length (16 %) related to the control, this treatment implied the presence of humic acids that improve the absorption of nutrients in the leaf. Also the Ca(NO₃)₂+ KNO₃ treatment increased the vase life by 2.8 days more than the control stems.

Study limitations/implications: Establish a cost-benefit relationship to determine the minimum number of foliar fertilizer applications that guarantee higher stem quality.

Findings/conclusions: The application of Humifert[®] (20 mL L⁻¹) and Ca(NO₃)₂+ KNO₃ improved the quality of the lisianthus stems 'Flamenco Purple', are a good option for flower growers.

RESUMEN

Objetivo: Evaluar dos fuentes de fertilización foliar para mejorar la calidad y vida postcosecha de tallos de lisianthus (*Eustoma grandiflorum*) 'Flamenco Purple'.

Diseño/metodología/aproximación: Plantas de lisianthus fueron asperjadas con diferentes fuentes de fertilización (T1: Bayfolan Forte[®]; T2: Humifert[®] (Cosmosel) (10 mL L⁻¹); T3: (Ca(NO₃)₂+ KNO₃) y T4: Humifert[®] (Cosmosel) (20 mL L⁻¹) cada semana, a partir de la aparición de los primeros botones florales, realizando cuatro aplicaciones. Las variables evaluadas en precosecha fueron: altura de planta, diámetro del tallo, número de hojas y número de botones florales; y en postcosecha: vida de florero, peso fresco de los tallos, y análisis nutrimental (N, P, K, Ca, Mg, Cu y Zn) de flores, hojas y tallo. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar y comparación de medias (Tukey, $\alpha=0.05$) con 8 repeticiones.

Resultados: El tratamiento con Humifert® (20 mL L⁻¹) incrementó significativamente la longitud del tallo (16 %) con relación al testigo, este tratamiento implicó la presencia de ácidos húmicos que mejoran la absorción de nutrimentos en la hoja. Por otro lado, el tratamiento de Ca(NO₃)₂+ KNO₃ aumentó 2.8 días más la vida de florero con relación a los tallos testigo.

Limitaciones del estudio/implicaciones: Establecer una relación costo beneficio para determinar el número mínimo de aplicaciones de fertilizantes foliares que garanticen mayor calidad de tallos.

Hallazgos/conclusiones: La aplicación de Humifert® (20 mL L⁻¹) y Ca(NO₃)₂+ KNO₃ mejoraron la calidad de los tallos de lisianthus 'Flamenco Purple', por lo cual son una buena opción para los floricultores.

INTRODUCCIÓN

La nutrición de la planta es de vital importancia durante el crecimiento y desarrollo, ya que un aporte insuficiente provoca aparte de desórdenes fisiológicos, la reducción en el crecimiento. Esto es particularmente importante en las flores de corte, ya que a mayor altura del tallo floral mejor precio de venta. El lisianthus (*Eustoma grandiflorum*) es una especie originaria de Norteamérica, con amplia aceptación en los mercados debido a los atractivos colores de sus flores y larga vida de florero (Figura 1).

Se ha probado que la fertilización foliar es una alternativa efectiva que complementa los requerimientos que no pueden abastecerse mediante la fertilización al suelo por diversos problemas, entre los que destaca el pH, que afecta la disponibilidad de algunos nutrimentos. Autores como Harbaugh y Woltz, (1991) reportan que el crecimiento de *E. grandiflorum* 'Saga Purple', se vio afectado por cambios de pH, donde plántulas cultivadas en sus-

tratos con pH 5.4 tuvieron una reducción significativa en el peso con relación a las cultivadas a pH 6.4. Hanks (2014) reportó que lisianthus tiene alta demanda de fertilización a base de nitrógeno y potasio, sugiriendo utilizar altas dosis de nitrógeno antes de la formación del botón floral y alta dosis de potasio después de esta etapa, tomando en cuenta que pueden presentarse deficiencias de calcio. Sin embargo, existen pocos estudios que reporten cual es la demanda nutricional de lisianthus y su relación con la calidad del tallo floral. Por ello la presente investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de la aplicación pre cosecha de diferentes fertilizantes foliares con y sin ácidos húmicos (AH) sobre el contenido nutricional y calidad postcosecha de tallos florales de *E. grandiflorum* 'Flamenco Purple'.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se estableció en los invernaderos de la empresa 'Los Maguitos' localizado en el poblado de Xocotlán, municipio de Texcoco, México. Se emplearon semillas de *E. grandiflorum* 'Flamenco Purple' comercializadas por la empresa Sakata Seed de México.

La variedad Flamenco Purple es tardía y la época de plantación se recomienda entre los meses de marzo y agosto. Este cultivar se caracteriza por tener corolas sencillas (una hilera de pétalos) con cinco pétalos y 13 nudos. La siembra se realizó en marzo, en charolas para 200 plantas, colocando una semilla por celda. Como sustrato se utilizó la mezcla de vermiculita y suelo (1:1). Los riegos se realizaron cada tercer día por periodo de un mes. Posteriormente las plantas se trasladaron en un suelo de textura franco-arenoso en proporción: arena: limo: arcilla (45:25:30), con pH 8.1. Las condiciones de crecimiento, a partir del trasplante en el invernadero fueron de 30 a 40% de HR, temperatura de 25 a 30 °C, durante el día y fotoperiodo de 12 h. Durante la primera semana después del trasplante, se regaron diariamente, después cada tercer día. La aplicación de fertilizantes de los tratamientos se realizó semanalmente (Cuadro 1), a partir de la



Figura 1. Diversidad de colores de lisianthus (*Eustoma grandiflora*).

aparición de los primeros botones florales, empleando mochila de aspersión manual con capacidad de 18 L (Cuadro 2).

Antes de cada aplicación, el pH de las soluciones se ajustó a 6.5 (con solución Indicate-5[®]) y se adiciono 1 mL L⁻¹ de surfactante Inex- A[®]. En total se realizaron cuatro aplicaciones hasta el momento del corte de la flor. Para el caso del tratamiento testigo, la aplicación de fertilizante foliar se realizó conforme a la práctica del productor. La primera aplicación fue una vez transcurrido un mes del trasplante y, posteriormente, se realizaron dos aplicaciones más, cada 30 d después de la primera aplicación. En el caso de los tratamientos se realizó una aplicación semanal por periodo de un mes en cada uno de los tratamientos, a partir del momento de la aparición del botón floral hasta el momento de la cosecha. También se realizó el despunte (corte de la primera flor) con el objetivo de lograr un mejor desarrollo de los botones de las ramificaciones laterales.

Variables

Precosecha: antes de la cosecha se seleccionaron 16 tallos por tratamiento y se les midieron algunas variables como: altura de planta, realizada con cinta métrica, que se midió a partir del nivel del suelo hasta la altura alcanzada por el tallo. Diámetro del tallo, se midió en tallos 5 cm arriba del nivel del suelo, empleando un vernier. Número de hojas: se contabilizó desde la base del tallo hasta las hojas más pequeñas del tallo principal. Número de botones florales, contando el número total de cada tallo, y el diámetro de la primera flor (única flor completamente abierta) se midió con un vernier.

Cuadro 1. Tratamientos de fertilización foliar para lisianthus (*E. grandiflorum* Raf.) 'Flamenco Purple'.

Tratamiento	Descripción
T1 (testigo)	Fertilización realizada por el productor con el producto comercial Bayfolan Forte [®] (11-8-6) con una dosis de 3 mL L ⁻¹ disueltos en agua, resultando en la aplicación de N, P (P ₂ O ₅) y K (K ₂ O) a 0.33, 0.24 y 0.18 g L ⁻¹ , respectivamente.
T2	Aplicación de Humifert [®] (Cosmosel) (10-5-5) a 10 mL L ⁻¹ disueltos en agua, lo cual implicó la aplicación de N, P (P ₂ O ₅) y K (K ₂ O) a 1.0, 0.5 y 0.5 g L ⁻¹ , respectivamente.
T3	Nitrato de calcio + nitrato de potasio (Ca(NO ₃) ₂ + KNO ₃) a una dosis de 0.29 g L ⁻¹ de N, 0.25 g L ⁻¹ de Ca y 0.25 g L ⁻¹ de K.
T4	Aplicación de Humifert [®] (Cosmosel) (10-5-5) a 20 mL L ⁻¹ disueltos en agua, implicando la aplicación N, P (P ₂ O ₅) y K (K ₂ O) de 2.0, 1.0 y 1.0 g L ⁻¹ , respectivamente.

Postcosecha: Los tallos de lisianthus se cosecharon el 27 de agosto tomando como criterio una flor completamente abierta y la segunda flor semiabierta. Se seleccionaron ocho tallos para realizar el análisis nutrimental y otros ocho para evaluar la vida de florero y peso fresco por tratamiento, realizando la evaluación de cada variable como se describe a continuación:

Peso fresco del tallo (P_{f_t}). Los tallos se cortaron al nivel del suelo con tijeras de poda y después se pesaron en una balanza electrónica (MDF. BY A&D CO LTD Tokio, Japón). Después del corte de los tallos se lavaron con agua destilada. Una vez secos, la planta se seccionó en tres niveles (apical, media y basal) para realizar el análisis nutrimental en los diferentes órganos de la planta: flores, hojas y tallo.

Contenido de N, P, K, Ca, Mg, Cu y Zn. Cada parte seccionada de la planta se secó a 70 °C por un periodo de 72 h en estufa Lab-line Imperial modelo 3500. Una vez secas, las muestras se molieron y se guardaron en bolsas de papel. El análisis nutrimental de N, P, K, Ca, Mg, Cu y Zn se realizó de acuerdo con los métodos establecidos para cada nutriente (Alcántar y Sandoval, 1999; Chapman, 1973; Brandfield y Spencer, 1965).

Cuadro 2. Composición química de los fertilizantes foliares aplicados en plantas de lisianthus (*E. grandiflorum* Raf.) 'Flamenco Purple'.

Fórmula comercial	Análisis Garantizado	Presentación
Humifert [®] (10-5-5)	Nitrógeno 100 g L ⁻¹ , Fósforo (P ₂ O ₅) 50 g L ⁻¹ , Potasio (K ₂ O) 50 g L ⁻¹ , Ácidos húmicos 3%, Hierro (Fe) 0.60 g L ⁻¹ , Zinc (Zn) 0.80 g L ⁻¹ , Manganeseo (Mn) 0.40 g L ⁻¹ , Cobre (Cu) 0.40 g L ⁻¹ , Molibdeno (Mo) 0.05 g L ⁻¹ , Magnesio (Mg) 0.25 g L ⁻¹ , Ácido giberélico 6.5 mg k ⁻¹ , Tiamina 1.50% mg k ⁻¹ , Azufre (S) 1.50 g L ⁻¹ , Calcio (Ca) 0.25 g L ⁻¹	Suspensión acuosa
Bayfolan Forte [®] (11-8-6)	Nitrógeno total 114 g L ⁻¹ , Fósforo (P ₂ O ₅) 80 g L ⁻¹ , Potasio (K ₂ O) 60 g L ⁻¹ , Hierro (Fe) 0.50 g L ⁻¹ , Zinc (Zn) 0.80 g L ⁻¹ , Manganeseo (Mn) 0.36 g L ⁻¹ , Cobre (Cu) 0.40 g L ⁻¹ , Molibdeno (Mo) 0.05 g L ⁻¹ , Magnesio (Mg) 0.25 g L ⁻¹ , Ácido indolacético 0.03 g L ⁻¹ , Tiamina (Vitamina B ₁) 0.04 g L ⁻¹ , Azufre (S) 2.3 g L ⁻¹ , Calcio (Ca) 0.25 g L ⁻¹	Suspensión acuosa

Fuente: Nota técnica de cada producto.

Vida de florero. Los primeros tres pares de hojas de la base del tallo se eliminaron y se cortó 5 cm de la base de tallo y cada tallo se colocó en un florero con agua destinada. Las condiciones en las que permanecieron fueron: 18 °C, 65% HR y 14 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ de luz. Se realizaron cambios de agua cada tercer día. Se contó el número de días que permanecieron los tallos en florero, se consideró el término de vida de florero cuando el 50% del follaje a partir de la base del tallo perdió turgencia.

Peso fresco del tallo en florero (P_{tf}). En los mismos tallos utilizados para evaluar vida de florero, se realizaron mediciones diarias del peso, en cada unidad experimental, empleando una balanza electrónica MDF. BY A&d CO LTD Tokio, Japón.

Diseño Experimental. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar, con ocho repeticiones por tratamiento por variable evaluada. La unidad experimental fue un tallo de *E. grandiflorum*. Para la comparación de medias se utilizó la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se registraron diferencias estadísticas ($p \leq 0.05$) entre tratamientos para longitud de tallo, donde las plantas tratadas con Humifert® (20 mL L⁻¹) tuvieron mayor altura en comparación con los demás tratamientos, con diferencias significativas respecto al testigo en 17% (Cuadro 3). Ahmad et al. (2012) evaluó la respuesta de la aplicación de nitrógeno (NH₄NO₃) y el número de aplicaciones sobre la calidad de tallo de cuatro especies de flores de corte, registrando un aumento significativo en la longitud de tallos como respuesta a mayor número de aplicaciones de N en cosmos (*Cosmos bipinnatus* Cav.), y girasol (*Helianthus annuus* L.) 'Sunbright' y 'Sunrich Orange', pero sin respuesta significativa en celosía (*Celosia cristata* L.) y zinnia (*Zinnia elegans* L.). Lo anterior sugiere que existen concentraciones umbrales en las cuales las plantas pueden responder mejor y dicha respuesta depende de la especie y cultivar, además de que no es proporcional al incremento de la concentración del nutriente aplicado. En estudios realizados en algunas plantas ornamentales se ha observado que un aumento en la concentración de algunos nutrientes en solución aplicada a las plantas, incrementan significativamente su altura; así, por ejemplo, en *E. grandiflorum* 'Kiri no Mine', se observó que aumentando la concentración de N de 0.1 hasta 0.5 g L⁻¹ en la solución nutritiva resultó en un aumento en la altura del tallo del 80% (Frett et al., 1988). También en *Osteospermum* 'Denebola' se

registró un incremento significativo en altura (71%) de la planta, conforme el suministro de P aumentó desde 0 hasta 1.61 mM (Nowak, 2001).

Diámetro del Tallo

Respecto a diámetro del tallo, se detectaron diferencias ($p \leq 0.05$) entre tratamientos, donde los tallos tratados con Humifert® (20 mL L⁻¹) tuvieron mayor diámetro que los tallos testigo y Humifert® (10 mL L⁻¹) (Cuadro 2). Considerando que Humifert® implicó la presencia de macro y micronutrientes los resultados para esta variable guardan relación con lo encontrado *L. esculentum* que al ser fertilizada vía foliar con Eko-Fer (macro, micronutrientes más AH) (0 hasta 400 cc/da) el diámetro del tallo incrementó 25% (Padem y Ocal, 1999). De la misma manera en *L. sativa*, la fertilización foliar de nutrientes incrementó el diámetro del tallo en 20% en comparación al testigo (Guvenc et al., 1999).

Número de hojas

Respecto al número de hojas, se observaron diferencias ($p \leq 0.05$) entre tratamientos donde los tratamientos Humifert® (20 mL L⁻¹) y Ca(NO₃)₂+ KNO₃ presentaron 14% más hojas que los tallos testigo y Humifert® (10 mL L⁻¹) (Cuadro 2). En *D. maculata* 'Perfection' el incremento de N (1.4 a 4.2 g m⁻²) se relacionó con un aumento en el número de hojas (8%) respecto a los tratamientos con menor concentración (Conover y Poole, 1987). También en *I. hawkeri* 'Pago Pago' el mayor número de hojas (32%) se relacionó con un mayor suministro de P, el cual varió de 0 hasta 0.90 mM (Nowak y Stroka, 2001).

Número y Diámetro de Flores

El número y diámetro de flores no registraron diferencias ($p > 0.05$) entre tratamientos. Esta variable es considerada muy importante durante la comercialización. Diversos estudios han mostrado el beneficio de aumentar la concentración de N en promover mayor número de flores como en *R. hybrida* 'Royalty' (Cabrera, 2000) y en P en *I. Hawkeri* 'Pago Pago' (Nowak y Stroka, 2001), los resultados obtenidos muestran poco efecto en la aplicación de estos nutrientes. Sin embargo, es posible que ésta respuesta se deba a que los requerimientos nutritivos de *E. grandiflorum* 'Flamenco Purple', sean mayores, por lo cual se sugiere que en futuros trabajos se considere mayor concentración de nutrientes o mayor número de aplicaciones para obtener una respuesta más clara. De la misma forma no existieron diferencias ($p > 0.05$) entre tratamientos en el diámetro de la primera flor (Cuadro 3). En algunas especies se ha encontrado que la aplicación

Cuadro 3. Variables precosecha evaluadas en tallos *lisianthus* (*E. grandiflorum* Raf.) 'Flamenco Purple' con fertilización foliar.

Tratamiento	Altura de planta (cm)	Diámetro de tallo (mm)	Número de hojas	Número de flores	Diámetro de flor (cm)	Peso fresco de tallo (Pf _t)
Testigo	66.33 b ^z	6.60 b	22.26 c	10.73 a	8.10 a	49.22b
Humifert® (10 mL L ⁻¹)	67.00 b	6.40 b	23.73 bc	11.26 a	8.50 a	55.20a
Ca(NO ₃) ₂ +KNO ₃ (0.25g L ⁻¹)	69.40 b	6.86 ab	25.33 ab	13.00 a	8.52 a	56.00a
Humifert® (20 mL L ⁻¹)	77.40 a	7.26 a	26.80 a	13.73 a	9.12 a	55.47a

^zLetras diferentes en la misma columna denotan diferencias significativas (Tukey $p \leq 0.05$).

de algunos macronutrientes influye en el diámetro de la flor como en *Osteospermum* 'Denebola' donde hubo incremento significativo de hasta 400% conforme el suministro de P fue mayor (0 hasta 2.24 mM) (Nowak, 2001). Es importante considerar que para poder obtener una respuesta mayor en variables como diámetro de la flor y número de flores, la dosis y el tiempo de aplicación de los fertilizantes foliares debe llevarse a cabo antes de la aparición del botón floral, de tal forma que la planta pueda responder el estímulo dado y promover su crecimiento. Puesto que la aplicación de los fertilizantes inició a partir de la aparición del botón floral la respuesta de estas variables no fue definitiva, pero mostró cierta tendencia favorable en las variables de calidad evaluadas.

Peso Fresco del Tallo (Pf_t)

Se detectaron diferencias ($p \leq 0.05$) en peso fresco del tallo (Pf_t) en donde los tratamientos mostraron un aumento de 13.7% respecto al Pf_t del tratamiento testigo. Lo anterior sugiere que la aplicación de nutrientes en mayor concentración estimula al crecimiento vegetativo de la planta reflejándose en mayor peso fresco, lo cual concuerda con lo reportado en *S. melongena* donde la aplicación foliar de una solución rica en macro y micronutrientes incrementó el peso fresco en 8.2% con respecto a las plantas que no se fertilizaron (Padem y Ocal, 1999).

Contenido de N, P, K y Ca

La concentración de N en flores mostró diferencias ($p \leq 0.05$) entre tratamientos, donde Humifert® (20

mL L⁻¹) y Ca(NO₃)₂ + KNO₃ tuvieron una acumulación mayor (13.5%) respecto a los tallos testigo. Para el caso de hojas se obtuvieron diferencias ($p \leq 0.05$) en los tres niveles de muestreo ápice, intermedio y base, siendo Humifert® (20 mL L⁻¹) el tratamiento con mayor acumulación de N en 47.5, 31.0 y 22.5%, respectivamente en relación al testigo. En tallo a nivel intermedio, Humifert® (20 mL L⁻¹) fue diferente ($p \leq 0.05$) del resto de los tratamientos con una acumulación 24.5% superior al testigo (Cuadro 4).

El contenido de P en flores no mostró diferencias ($p > 0.05$) entre tratamientos con excepción del testigo con la concentración menor. En hojas el contenido de P fue superior ($p \leq 0.05$) en el tratamiento Humifert® (20 mL L⁻¹) en 41 y 32% a nivel de ápice y base, pero sin diferencia en la parte media de la planta (Cuadro 5).

En lo que se refiere al contenido de K se obtuvieron diferencias entre tratamientos ($p < 0.05$) en las flores, siendo los tallos del tratamiento con Ca(NO₃)₂+KNO₃ los de mayor concentración (86%), sin diferencias estadísticas en los diferentes niveles del tallo. No obstante, al obtener el promedio del contenido nutricional de K en hojas en cada tratamiento se observó que los tallos tratados con Ca(NO₃)₂+KNO₃ tuvieron ma-

Cuadro 4. Acumulación de N (%) en *lisianthus* (*E. grandiflorum*) 'Flamenco Purple' cultivada en invernadero y con fertilización foliar.

Órgano analizado	Tratamiento	Nivel de la planta muestreada			
		Completa	Ápice	Medio	Base
Flor	Testigo	2.35 bz			
	Humifert® (10 mL L ⁻¹)	2.35 b			
	Ca(NO ₃) ₂ +KNO ₃	2.67 a			
	Humifert® (20 mL L ⁻¹)	2.67 a			
Hoja	Testigo		2.66 b	2.58 b	2.27 b
	Humifert® (10 mL L ⁻¹)		2.74 b	2.62 b	2.30ab
	Ca(NO ₃) ₂ +KNO ₃		3.78 a	2.67 b	2.57ab
	Humifert® (20 mL L ⁻¹)		3.92 a	3.39 a	2.78a
Tallo	Testigo		1.87 a	1.17 b	1.05 a
	Humifert® (10 mL L ⁻¹)		1.72 a	1.17 b	1.00 a
	Ca(NO ₃) ₂ +KNO ₃		1.94 a	1.26 ab	1.45 a
	Humifert® (20 mL L ⁻¹)		2.00 a	1.46 a	1.18a

^z Letras diferentes dentro de columna y órgano denotan diferencias significativas (Tukey $p < 0.05$).

Cuadro 5. Acumulación de P (%) en *lisianthus* (*E. grandiflorum*) 'Flamenco Purple' cultivada en invernadero y con fertilización foliar.

Órgano analizado	Tratamiento	Nivel de la planta muestreada			
		Completa	Ápice	Medio	Base
Flor	Testigo	0.10 b ^z			
	Humifert® (10 mL L ⁻¹)	0.14 a			
	Ca(NO ₃) ₂ +KNO ₃	0.15a			
	Humifert® (20 mL L ⁻¹)	0.16 a			
Hoja	Testigo		0.07 c	0.06 a	0.04 b
	Humifert® (10 mL L ⁻¹)		0.07 bc	0.07 a	0.04 b
	Ca(NO ₃) ₂ +KNO ₃		0.09 ab	0.06 a	0.05ab
	Humifert® (20 mL L ⁻¹)		0.10 a	0.07 a	0.06 a
Tallo	Testigo		0.10 ab	0.03 a	0.01 b
	Humifert® (10 mL L ⁻¹)		0.09 b	0.04 a	0.01 b
	Ca(NO ₃) ₂ +KNO ₃		0.11 ab	0.05 a	0.02 a
	Humifert® (20 mL L ⁻¹)		0.13 a	0.04 a	0.02 a

^z Letras diferentes dentro de columna y órgano denotan diferencias significativas (Tukey p<0.05).

mayor acumulación de K respecto al testigo en 42% en hojas y 17% en tallos (Cuadro 6).

Se ha señalado que el contenido de K o Ca en hojas aumenta conforme aumenta la concentración de éstos en la solución nutritiva, lo cual se reflejó solo de forma parcial en nuestros resultados. En plantas de *P. hybrida* 'Dreams Mix' y *B. semperflorens-cultorum* 'Ambassador Scarlet' la aplicación de K (0 a 365 mg L⁻¹) provocó la acumulación de este nutrimento en 10 y 188%, respectivamente (James y van Iersel, 2001). El contenido de Ca en flores mostró diferencias significativas en todos los tratamientos con respecto al testigo, teniendo valores para Humifert® (20 mL L⁻¹) de 0.93 % y en las flores del tratamiento testigo de 0.45%. En hojas, la concentración de Ca tendió a ser mayor en las hojas de la base de los ta-

llos en los cuatro tratamientos, pues al ser un elemento de poca movilidad, tiende a acumularse en las partes con mayor senectud de la planta (Reuter y Robinson, 1988). Cabe señalar que las concentraciones más altas de N, P y K en *E. grandiflorum* 'Flamenco Purple', en los cuatro tratamientos se encontraron en hojas nuevas, mientras que los menores contenido de éstos se registraron en la base de la planta. Lo anterior se debe a que el N, P y K se trasladan desde las hojas maduras hacia los nuevos puntos de crecimiento (Reuter y Robinson, 1988). Estudios realizados por Mills y Scoggins (1998) revelaron que en hojas de diferentes cultivares de *A. andraeanum* 'Kaumana', 'Kozohara', y 'Nitta Orange' el contenido de N, P y K fue mayor en hojas jóvenes en comparación con las maduras en aproximadamente 60, 70 y 50%, respectivamente. Dependiendo de la especie, el estado de desarrollo y del órgano, el contenido de N, P, K y Ca requerido para un crecimiento óptimo se ubica en ciertos límites siendo para N entre 2.0 y 5.0%, para P entre 0.15 a 1.0%, para K entre 1.0 y 5.0% y para Ca entre 0.2 y 3.0% (Benton *et al.*, 1991). En este sentido el intervalo de variación en el contenido de N en todos los tratamientos varió entre 2.3 y 3.9% en hojas, y de 1.0 a 2.0% en tallos. De la misma forma la concentración de P en hoja, en todos los tratamientos, tuvo variación de 0.04 y 0.1%. Para K el contenido de hojas y tallos varió de 1.2 a 3.5%, mientras que para Ca fue de 0.42 a 0.94%.

No existió diferencia estadística entre tratamientos para la acumulación de Mg en tallos, mientras que, para Cu y Zn, la mayor acumulación se registró en flores y parte del ápice del tallo, principalmente en los tratamientos de Humifert® (20 mL L⁻¹) y Ca(NO₃)₂+KNO₃. En resumen, los tallos tratados con Humifert® (20 mL L⁻¹) tuvieron la mayor concentración de macro y micronutrientes con relación al resto de los tratamientos. Además, este tratamiento implicó la presencia de AH, los cuales, entre otros mecanismos, contribuye a la absorción de nutrimentos en la hoja (Tattini *et al.*,

Cuadro 6. Acumulación de K (%) en *lisianthus* (*E. grandiflorum*) 'Flamenco Purple' cultivada en invernadero y con fertilización foliar.

Órgano analizado	Tratamiento	Nivel de la planta muestreada			
		Completa	Ápice	Medio	Base
Flor	Testigo	1.07 cz			
	Humifert® (10 mL L ⁻¹)	1.79 b			
	Ca(NO ₃) ₂ +KNO ₃	2.00 a			
	Humifert® (20 mL L ⁻¹)	1.86 ab			
Hoja	Testigo		2.64 a	2.30 a	1.22 b
	Humifert® (10 mL L ⁻¹)		3.13 a	2.52 a	2.38 a
	Ca(NO ₃) ₂ +KNO ₃		3.46 a	2.80 a	2.47 a
	Humifert® (20 mL L ⁻¹)		2.77 a	2.46 a	2.43 a
Tallo	Testigo		2.10 b	2.12 a	2.00 a
	Humifert® (10 mL L ⁻¹)		1.96 b	2.25 a	1.96 a
	Ca(NO ₃) ₂ +KNO ₃		3.06 a	2.21 a	2.01 a
	Humifert® (20 mL L ⁻¹)		2.68 ab	2.33 a	2.36 a

^z Letras diferentes dentro de columna y órgano denotan diferencias significativas (Tukey p<0.05).

1991). En plantas de *L. sativa* 'Yedikule' fertilizadas vía foliar con 1 mL L⁻¹ del producto comercial EKOFEL (AH más macro y micronutrientes) se compararon con las plantas tratadas con el fertilizante foliar Tricset-CB (conteniendo sólo macro y micronutrientes) observando mayor acumulación de nutrientes (Guvenç et al., 1999).

Vida de Florero y Peso Fresco del Tallo en Florero (Pf_{tf})

Se encontraron diferencias ($p \leq 0.05$) entre tratamientos, donde los tallos del testigo registraron menor vida de florero con 11 d, en tanto que los tallos tratados con Ca(NO₃)₂+KNO₃, tuvieron 13.8 d, seguido Humifert® (20 mL L⁻¹) con 13.0 d (Figura 2). En plantas de *G. jamesonii* 'Campitano', 'Sangría' y 'Testarossa' la aplicación de CaCl₂ (1.0 y 1.5%) tuvieron 3.5 días de vida de florero en relación a los tallos testigo (Gerasopoulos y Chebli, 1999). En este sentido la aplicación de Ca pudo contribuir a esta respuesta, pues el Ca²⁺ ha mostrado respuesta favorable en diversas especies ornamentales prolongando la vida de pétalos, protegiendo a las membranas celulares de la senescencia (Arévalo-Galarza et al., 2012). Con respecto al peso fresco, se observó que al día 14 después de la cosecha, los tallos del tratamiento Ca(NO₃)₂+KNO₃ tuvieron 5.0% más peso fresco que los tallos testigo, lo cual se reflejó en mayor número de días (vida del florero de 2.8 d). Lo anterior concuerda con lo reportado por Picchioni y Valenzuela-Vazquez (2002) quienes al aplicar Ca (10 mM) en plantas de *L. havardii* 'Texas Sapphire' no observaron diferencias con respecto al testigo, pero en los últimos días la vida de florero las plantas tratadas con Ca tuvieron 11% menor pérdida de peso. Se ha mencionado que aplicaciones de K

incrementan vida de florero de algunas plantas ornamentales al influir positivamente en el balance hídrico (Roychowdhury y Roychowdhury, 1995).

Correlación de Variables Evaluadas y Nutrientes

El contenido de N presentó correlación positiva ($p \leq 0.05$) con las variables: altura de la planta, diámetro del tallo, número de hojas y número de flores ($r=0.76, 0.58, 0.83, 0.75$ respectivamente). La concentración de P mostró relación positiva ($p \leq 0.05$) con altura de la planta, número de hojas y número de flores ($r=0.77, 0.61, 0.65$, respectivamente) no siendo significativos ($p > 0.05$) los valores de la correlación con diámetro de flor, Pf_{tf} y vida de florero. Además, se presentó una correlación positiva ($p \leq 0.05$) entre Ca y Pf_{tf} ($r=0.67$) y tanto el contenido de K y Ca tuvieron correlación positiva ($p \leq 0.05$) con la vida en florero ($r=0.75, 0.71$, respectivamente).

CONCLUSIONES

El tratamiento con Humifert® (20 mL L⁻¹) y el tratamiento Ca(NO₃)₂ + KNO₃ incrementaron la concentración de los diferentes nutrientes en el tejido de las hojas. Las concentraciones de N y P en el tejido de las hojas tuvieron alta correlación con altura de la planta, diámetro del tallo, número de hojas y flores. La aplicación de Ca(NO₃)₂ + KNO₃ tuvo un efecto positivo en prolongar la vida de florero y reducir las pérdidas de peso de los tallos florales en postcosecha. La fertilización foliar de Humifert® y Ca(NO₃)₂ + KNO₃ pueden considerarse una opción factible de suministro de nutrientes pues mejora la calidad de las plantas ornamentales.

LITERATURA CITADA

- Ahmad, I., Dole, J.M., & Nelson, P. (2012). Nitrogen application rate, leaf position and age affect leaf nutrient status of five specialty cut flowers. *Scientia Horticulturae* 142:14-22. DOI: 10.1016/j.scienta.2012.04.009
- Arévalo Galarza L., García Osorio C., & Rosas-Saito G.H. (2012). Factores que afectan la vida de florero en flores de corte. *Agroproductividad* 5(3):28-35.
- Alcántar, G.G. & Sandoval, M. (1999). Manual de análisis químico de tejido vegetal. Guía de muestreo, reparación análisis e interpretación. Publicación 10. Sociedad México de la Ciencia del Suelo A.C. Chapingo México, 158 p.

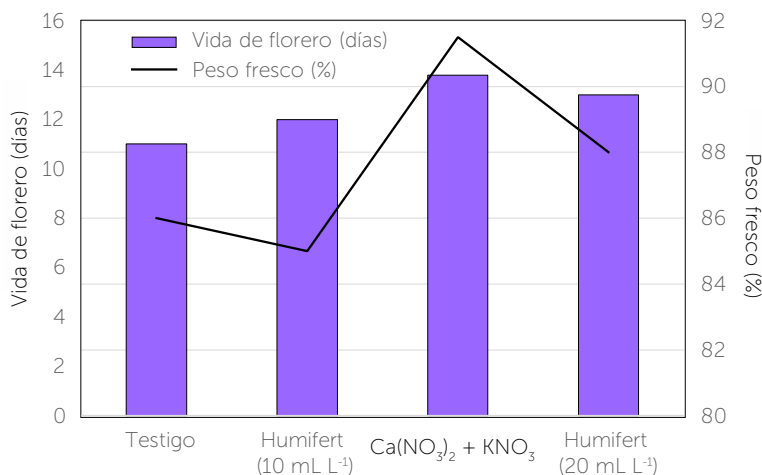


Figura 2. Vida de florero de tallos lisianthus (*E. grandiflorum* Raf.) 'Flamenco Purple' y peso fresco relativo (%) al día 14 de la cosecha. Los valores representan la media de 8 repeticiones.

- Benton, J.J., Wolf, B., & Mills, H.A. (1991). Plant analysis Handbook. A practical sampling, preparation analysis and interpretation guide. Micro-Magro Publ. USA. 212 p.
- Bradfield, E.G. & Spencer, D. (1965). Leaf analysis as a guide to the nutrition of fruit crops: Determination of magnesium, zinc and copper by atomy absorption spectroscopy. J. Sci. Food Agric. 16:33-38. doi.org/10.1002/jsfa.2740160105
- Cabrera, R.I. (2000). Evaluating yield and quality of roses with respect to nitrogen fertilization and leaf nitrogen status. Acta Horticulturae. 511: 133-142. DOI: 10.17660/ActaHortic.2000.511.15
- Chapman, H. (1973). Métodos de análisis para suelos, plantas y aguas. Trillas, México 195 p.
- Conover, C.A., & Poole, R.T. (1987). Growth of *Dieffenbachia maculate* 'Perfection' as affected by air and soil temperatures and fertilization. HortScience 22:893-895.
- Frett, J. J., Kelly, J. W., Harbaugh B. K., & Roh, M. (1988). Optimizing nitrogen and calcium nutrition of lisianthus. Commun. in Soil Science and Plant Analysis. 19:13-24.
- Gerasopoulus, B.D., & Chebli, B. (1999). Effects of pre and postharvest calcium applications on the vase life of cut gerberas. J. Hort. Sci. Biotech. 74: 78-81. doi.org/10.1080/14620316.1999.11511076
- Guvenc, I., Dursun, A., & Turan, M. (1999). Effects of different foliar fertilizers on growth, yield and nutrient content of lettuce and crisp lettuce. Acta Horticulturae 486: 247-252. DOI: 10.17660/ActaHortic.1999.491.36
- Hanks, G. (2014). Lisianthus (*Eustoma grandiflorum*) as a cut flower crop grown in polythene tunnels. National Cut Flower Centre/ HDC Information sheet 6. 6 p.
- Harbaugh, B.K., & Woltz, S.S. (1991). Eustoma quality is adversely affected by low pH of root medium. HortScience 26:1279-1280.
- James, E., & van Iersel, M. (2001). Fertilizer concentration affects growth and flowering of subirrigated petunia and begonias. HortScience 36:40-44.
- Mills, H.A., & Scoggins, H.L. (1998). Nutritional levels for anthurium: young versus mature leaves. J. Plant Nut. 21:199-203. doi.org/10.1080/01904169809365394
- Nowak, J. (2001). The effect of phosphorus nutrition on growth, flowering and leaf nutrient concentration of *Osteospermum*. Acta Horticulturae 548:557-560. DOI: 10.17660/ActaHortic.2001.548.68
- Nowak, J., & Stroka, S. (2001). The effect of phosphorus nutrition on growth flowering and chlorophyll fluorescence of new guinea Impatiens 'Pago' 'Pago'. Acta Horticulturae 548: 561-566. DOI: 10.17660/ActaHortic.2001.548.69
- Padem, H., & Ocal, A. (1999). Effects of humic acid application on yield and some characteristics of processing tomato. Acta Horticulturae 487:159-163. DOI: 10.17660/ActaHortic.1999.487.20
- Picchioni, G.A., & Valenzuela-Vázquez, M. (2002). Calcium and 1-methylcyclopropene delay desiccation of *Lupinus havardii* cut racemes. HortScience 37:122-125.
- Reuter, D.J., & Robinson, J.B. (1988). Plant Analysis. An interpretation. Manual. 1 Edition Inkata press, Australia, 218 p.
- Roychowdhury, N., & Roychowdhury, P. (1995). The effect of field application of K on postharvest behavior of gladiolus. Acta Horticulturae 405:170-172. DOI: 10.17660/ActaHortic.1995.405.21
- Tattini, M., Bertoni, P., Landi, A., & Traversi, M.L. (1991). Effect of humic acids on growth and biomass partitioning of container grown olive plants. Acta Horticulturae 294: 75-80. DOI:10.17660/ActaHortic.1991.294.7

