

Ciencias Agropecuarias

Handbook T-II

Perez Ríos - Miriam Estelina

Acosta Navarrete - María Susana

López Ramírez- María Elena

Morales Félix- Verónica

Directores

**Congreso Interdisciplinario
de Cuerpos Académicos**

ECORFAN®

Ciencias Agropecuarias

Volumen II

ECORFAN Ciencias Agropecuarias

El Handbook ofrecerá los volúmenes de contribuciones seleccionadas de investigadores que contribuyan a la actividad de difusión científica de la Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato en su área de investigación en Ciencias Agropecuarias. Además de tener una evaluación total, en las manos de los directores de la Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato se colabora con calidad y puntualidad en sus capítulos, cada contribución individual fue arbitrada a estándares internacionales (LATINDEX-DIALNET-ResearchGate-DULCINEA-CLASE-HISPANA-Sudoc- SHERPA-UNIVERSIA-e-REVISTAS), el Handbook propone así a la comunidad académica , los informes recientes sobre los nuevos progresos en las áreas más interesantes y prometedoras de investigación en Ciencias Agropecuarias.

María Ramos · Virginia Aguilera

Editoras

Ciencias Agropecuarias

Handbook T-II

Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato. Septiembre 11-12, 2014.

ECORFAN®

Editoras

María Ramos
ramos@ecorfan.org

Directora General ECORFAN

Virginia Aguilera
vaguilera@utsoe.edu.mx

Rectora de la UTSOE
Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato

ISBN-CL 978-607-8324-30-9

ISBN-V 978-607-8324-31-6

ISSN 2007-1582

e-ISSN 2007-3682

Sello Editorial ECORFAN: 607-8324

Número de Control HECA: 2014-02

Clasificación HECA (2014): 110914-201

©ECORFAN-México.

Ninguna parte de este escrito amparado por la Ley Federal de Derechos de Autor ,podrá ser reproducida, transmitida o utilizada en cualquier forma o medio, ya sea gráfico, electrónico o mecánico, incluyendo, pero sin limitarse a lo siguiente: Citas en artículos y comentarios bibliográficos ,de compilación de datos periodísticos radiofónicos o electrónicos. Para los efectos de los artículos 13, 162,163 fracción I, 164 fracción I, 168, 169,209 fracción III y demás relativos de la Ley Federal de Derechos de Autor.Violaciones: Ser obligado al procesamiento bajo ley de copyright mexicana. El uso de nombres descriptivos generales, de nombres registrados, de marcas registradas, en esta publicación no implican, uniformemente en ausencia de una declaración específica, que tales nombres son exentos del protector relevante en leyes y regulaciones de México y por lo tanto libre para el uso general de la comunidad científica internacional. HEFOCA es parte de los medios de ECORFAN (www.ecorfan.org)

Prefacio

Una de las líneas estratégicas de la política pública ha sido la de impulsar una política de ciencia, tecnología e innovación que contribuya al crecimiento económico, a la competitividad, al desarrollo sustentable y al bienestar de la población, así como impulsar una mayor divulgación científica y tecnológica, a través de distintos medios y espacios, así como la consolidación de redes de innovación tecnológica. En este contexto, las Instituciones de Educación Superior logran constituirse como un elemento articulador de la investigación, ciencia y tecnología. El Subsistema de Universidades Tecnológicas y Politécnicas, a través de diferentes Universidades que lo conforman, de manera permanente y decidida vienen propiciando el surgimiento y desarrollo de grupos de investigación (Cuerpos Académicos), gestionando los apoyos necesarios para que los mismos puedan incursionar de manera adecuada en el campo de la investigación aplicada, la vinculación con pertinencia con los sectores productivos y promoviendo la participación activa de la razón de ser de nuestras instituciones, los estudiantes, así como impulsar el desarrollo tecnológico regional.

La Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato visualiza la necesidad de promover el proceso de integración entre los Cuerpos Académicos de las instituciones de Educación Superior y de Nivel Medio Superior, proporcionando un espacio de discusión y análisis de los trabajos realizados por dichos cuerpos y fomentando el conocimiento entre ellos y la formación y consolidación de redes que permitan una labor investigativa más eficaz y un incremento sustancial en la difusión de los nuevos conocimientos con las siguientes políticas: Propiciar un espacio de reflexión e intercambio del estado de la investigación y generación de conocimiento en espacio común de la educación tecnológica; Promover y fortalecer la divulgación de la investigación y desarrollo tecnológico de los grupos colegiados y de investigación académica y/o cuerpos académicos de las instituciones del sector y finalmente fortalecer e impulsar la formación de redes de investigación entre los grupos colegiados, grupos de investigación y cuerpos académicos participantes.

Este volumen II contiene 25 capítulos arbitrados que se ocupan de estos asuntos en Ciencias Agropecuarias, elegidos de entre las contribuciones, reunimos algunos investigadores y estudiantes de posgrado, a partir de 10 estados de México.

Soto, Fernández & Ruiz tienen como propósito de la investigación la creación de una planta piloto de producción de harina del fruto del mezquite; *López, Navarro, Manchón & Herrera* determinaron las propiedades físico-químicas de muestras de nanche; *Del Ángel, Vela, Rodríguez, Gómez & García* desarrollaron un protocolo para la desinfección de yemas y semillas de chayote usando hipoclorito de sodio; *Valente, Montoya, Valladares, Castañeda & Hernández* evaluarón el efecto de la cápsula de *S. aureus* sobre la fagocitosis y apoptosis *in vitro* de PMN de bovinos lecheros; *Gómez, Ramírez, Veloz, Gasca & Herrera* su objetivo fue aislar bacterias de la rizósfera de árboles de guayaba para seleccionar una cepa con las mejores capacidades para mejorar la producción en guayaba; *Arroyo, Herrera, Vargas & Pérez* estudiarón la factibilidad técnica de la aplicación de algunos subproductos del insecto de la grana cochinilla; *Valladares, Bañuelos, Peña, Velázquez & Zamora* mejoraron la conversión alimenticia con un menor costo de producción; *Morales, Martínez, Santiago & Fajardo* mejoraron la calidad de harina y masa de trigo; *Cervantes, Cano, Rivera, Cisneros, Rangel, Mendoza & Andrio* vieron el comportamiento productivo del maíz y sus devirados; *Domínguez, Serrano, Hernández & Aguilar* buscarón desarrollar un software estadístico para indicadores ambientales; *Pérez, Pompa, Solís & Chacón* buscarón implantar el huerto clonal de *Pinus arizonica* en los bosques del sur de Chihuahua; *Carrillo, Alvarado, Zavala, Reyes & Hernández* el objetivo de este estudio fue evaluar la actividad antifúngica de larreatdenata; *Sánchez, Alejo, Jimenez, Ramirez & Valencia* evaluarón el efecto de la solución de fósforo para el crecimiento de las raíces de la fruta de la pasión; *Mendoza, Gómez, Hernández, Rodríguez & Chavarría* aplicaron las pelucilas comestibles en combinación con caseinato de sodio; *Arriaga, Betancourt, Padilla, Rodríguez & Sánchez* observaron las cualidades del sorgo para el consumo humano; *Lucas, López, Hernández, Cruz & Chimal* evalúan 3 tipos de plantas para lograr anestesiar el dolor; *Rochín, Cárdenas, Juárez, Rodríguez, Salazar & Amézcua* realizaron investigación sobre el extracto crudo de glicolípidos para la preservación de la poscosecha de mango; *Velázquez, García, Barbabosa, Uxúa & Valladares* identificaron serotipos en aislamiento de *Staphylococcus aureus* obtenidos de hatos lecheros; *Luna, García, Rodríguez, Vázquez & Rodríguez* realizaron investigación sobre la fertilización de maíz bajo un contexto orgánico puede mantener los niveles de cosecha y proteger y restaurar los ecosistemas, evitando la contaminación; *Reyna, Noguez, Hernández, Cortés* seleccionaron de ejemplares para pie de cría los mejores ejemplares para aumentar la producción y rentabilidad de su negocio; *Cruz, Báez & Nic* describieron la situación actual de la cadena de comercialización del maíz y la soya del municipio de Tekax; *Hernández, Blancas & Mejía* analizarón si los invernaderos ubicados en los municipios de Chilcuautla, El arenal e Ixmiquilpan, Hidalgo, cumplen tanto con la responsabilidad socioeconómica como ambiental; *Pompa, Solís, Chacón, Martínez, Valdez & Navar* determinaron la concentración C en los compartimientos de arbustus bicolor; *Ramírez, Alejo, Sánchez, Navarrete & Luna* evaluarón la vida postcosecha de hojas obtenidas de plantas establecidas en La Bolita, El Refugio y el Rincón del Jilguero del municipio de Ruíz, Nayarit; *Morales, Martínez, Santiago y Fajardo* evaluarón la calidad de harina y masa de trigo harinero de temporal.

Quisiéramos agradecer a los revisores anónimos por sus informes y muchos otros que contribuyeron enormemente para la publicación en éstos procedimientos repasando los manuscritos que fueron sometidos. Finalmente, deseamos expresar nuestra gratitud a la Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato en el proceso de preparar esta edición del volumen.

Valle de Santiago, Guanajuato.
Septiembre 11-12, 2014

María Ramos
Virginia Aguilera

Contenido	Pag
1 Aprovechamiento del fruto del mezquite (prosopis glandulosa y prosopis spp) en la zona de San Luis Rio Colorado, Sonora, para la elaboración y comercialización de harina de alto valor nutricional <i>Xóchitl Soto, Karina Fernández y Martha Ruiz</i>	1-5
2 Componentes funcionales en Nanche (Byrsonimacrassifolia (L) Kunth) <i>Erick López, Amado Navarro, Noelia Manchón y Jorge Herrera</i>	6-22
3 Desinfección y regeneración eficiente de chayote in vitro (Sechium edule Jacq.Sw.). <i>Oscar Del Ángel, Gilber Vela, Araceli Rodríguez, Miguel Gómez y Hugo García</i>	23-32
4 Valuación in vitro de la actividad de fagocitosis e inducción de apoptosis en neutrófilos bovinos frente a s. Aureus capsular mediante microscopía de campo claro y epifluorescencia <i>Valente Velázquez, Montoya García, Valladares Carranza, Castañeda Vázquez y Hernández Beltrán</i>	33-41
5 Aislamiento y caracterización de bacterias de la rizósfera de guayaba con capacidad promotora de crecimiento de las plantas <i>Blanca Gómez, Juan Ramírez, Rafael Veloz, José Gasca y Israel Herrera</i>	42-50
6 Aplicación de la granacochinilla en las áreas: Textily cosméticos <i>Gabriela Arroyo, Carlos Herrera, Lorena Vargas y Antonio Pérez</i>	51-60
7 Biocinetica y lesiones histológicas del clorhidrato de clenbuterol en modelo conejo <i>Benjamin Valladares, Romulo Bañuelos, Silvia Peña, Valente Velázquez y Jose Zamora</i>	61-69
8 Calidad de harina y masa de trigo harinero de temporal <i>Víctor Morales, Eliel Martínez, Dulce Santiago y Gilberto Fajardo</i>	70-80
9 Comportamiento agronómico y productivo de maíces criollos mejorados y sus progenitores en dos fechas de siembra <i>Francisco Cervantes, Martín Cano, Guadalupe Rivera, Hugo Cisneros, José Rangel, Mariano Mendoza y Enrique Andrio</i>	81-90
10 Desarrollo de software estadístico de indicadores ambientales (SEDIA) <i>J. Domínguez, S. Serrano, M. Hernández y D. Aguilar</i>	91-103

- 11 Dinámica dasométrica del huerto clonal de Pinus arizonica en los bosques del sur de Chihuahua** 104-112
Alberto Pérez, Marín Pompa, Raúl Solís y Juan Chacón
- 12 Efecto antimicótico del extracto de gobernadora (Larrea tridentata)** 113-120
María Carrillo, Brenda Alvarado, Diana Zavala, Abigail Reyes y Alejandro Hernández
- 13 Efecto de fósforo en la producción de plántulas de maracuyá (passiflora edulis var. flavicarpa)** 121-128
A. Sánchez, G. Alejo, V. Jimenez, L. Ramirez y A. Valencia
- 14 Elaboración y caracterización de películas biodegradables a partir de mucilago de nopal-caseinato de sodio y mucilago de nopal-pectina** 129-136
Bethsua Mendoza, Erik Gómez, Edna Hernández, Adriana Rodríguez y Norberto Chavarría.
- 15 Evaluación de la adaptación aceptable en las regiones tropicales, de 5 variedades del sorgo dulce sorghum bicolor L. moench, y su calidad química para la producción de biocombustible etanol, como alternativa energética** 137-147
María Arriaga, Alberto Betancourt, José Padilla, Eduardo Rodríguez y José Sánchez
- 16 Evaluación tóxica in vivo de tres especies vegetales del estado de Hidalgo usadas como tratamiento contra el dolor en la medicina tradicional** 148-154
Isaac Lucas, Abelardo López, Yanik Hernández, Ernesto Cruz y Alicia Chimal
- 17 Extracto crudo de Glicolípidos: una nueva alternativa para la conservación de mango poscosecha** 155-161
Consuelo Rochín, Brenda Cárdenas, Daniel Juárez, Víctor Rodríguez, Aarón Salazar y Claudia Amézcuca
- 18 Identificación de serotipos capsulares 5 y 8 en aislamiento de Staphylococcus aureus obtenidos de hatos lecheros de producción de tipo familiar en el valle de Toluca, México** 162-168
Valente Velázquez, Ana García, Alberto Barabosa, María Uxúa y Benjamín Valladares
- 19 Impacto Económico de la Agricultura Orgánica en comparativo con la Agricultura Tradicional en el cultivo del Maíz** 169-176
Alicia de Luna, María García, Eduardo Rodríguez, Javier Vázquez y Eduardo Rodríguez
- 20 Selección genética de conejos gers** 177-188
Omar Reyna, Juan Noguez, Diana Hernández, Gabriel Cortés

21 Situación actual de la comercialización de la producción de maíz y soya del municipio de Tekax, Yucatán	189-201
<i>Jorge Cruz, Luis Báez y Arline Nic</i>	
22 Sustentabilidad de los invernaderos ubicados en los municipios de Chilcuautla, El arenal e Ixmiquilpan, Hidalgo	202-208
<i>Diana Hernández, Zoraida Blancas y Carlos Mejía</i>	
23 Variación del contenido de carbono en compartimentos de Arbutus bicolor	209-215
<i>Marín Pompa, Raúl Solís, José Chacón, Martín Martínez, Ricardo Valdez y José Navar</i>	
24 Vida postcosecha de hojas de palma camedor (Chamaedoraspp)	216-222
<i>Leobarda Ramírez, GelacioAlejo, Ana Sánchez, Luisa Navarrete y Gregorio Luna</i>	
25 Calidad de harina y masa de trigo harinero de temporal	223-231
<i>Víctor Morales, Eliel Martínez, Dulce Santiago y Gilberto Fajardo</i>	
Apéndice A . Consejo Editor Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato	232
Apéndice B . Consejo Editor ECORFAN	233-235
Apéndice C . Comité Arbitral Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato	236-240

Aprovechamiento del fruto del mezquite (*prosopis glandulosa* y *prosopis spp*) en la zona de San Luis Río Colorado, Sonora, para la elaboración y comercialización de harina de alto valor nutricional

Xóchitl Soto, Karina Fernández y Martha Ruiz

X. Soto, K. Fernández y M. Ruiz

Universidad Tecnológica de San Luis Río Colorado, Avenida Jalisco y calle 59 S/N Colonia Progreso, C.P. 83458, San Luis Río Colorado Sonora.

M. Ramos., V. Aguilera., (eds.) Ciencias Agropecuarias, Handbook -©ECORFAN- Valle de Santiago, Guanajuato, 2014.

Abstract

The climatic conditions and geographic location of San Luis Rio Colorado Sonora, gives this region a high potential for growing mezquite and thereby also has a high generation of fruit (péchita), which currently is not used as food for humans, due to ignorance of its nutritional content, so that large quantities produced, become only waste. So the purpose of this research is the creation of a pilot production plant of flour of the fruit of mezquite in the facilities of the Universidad Tecnológica de San Luis Rio Colorado (UTSLRC) to give people a food product with added value through its production and marketing. This proposes a potential alternative use for the fruit through the development of a value-added product such as the edible flour, as this is one of the main foods of Mexican families, on the other hand, now day many communities face problems to become self-sustaining in the production of food with high nutritional value.

1 Introducción

México posee una amplia extensión de zonas áridas y semiáridas, alrededor de 56 y 23 millones de hectáreas, respectivamente, que en conjunto, representan más de 40% de la superficie total del territorio mexicano. Actualmente se encuentra establecido en más de 3.5 millones de hectáreas en el norte de México, en donde se ubica la zona de San Luis Rio Colorado. Estas zonas, se caracterizan por ser apropiadas para el desarrollo del mezquite, ya que esta especie, puede crecer en lugares con lluvias menores a los 100 mm anuales y soportar temperaturas máximas promedio superiores a 40 °C (Buckart, 1976). El mezquite por su parte, ha sido identificado como un recurso que puede ser aprovechado para mejorar los niveles de vida de las regiones, debido a su alto potencial económico que posee, pues su madera es usada como combustible, sus vainas como forraje y como alimento para el hombre; produce resina que tiene uso en la fabricación de pegamentos, barnices, mientras sus flores son importantes en la producción de miel (CONAFOR, 2009).

Durante los meses de junio a septiembre, es cuando se tiene la producción del fruto, y se estima que los árboles jóvenes generan aproximadamente de 20 a 25 kg de fruto por temporada. En la región se tiene antecedentes, que un árbol en etapa madura varia de 6 a 7 costales por temporada, con un peso aproximado de 20 kg cada uno (SEMARNAT, 2007).Específicamente las vainas o frutos del mezquite han sido reconocidas por su alto valor nutricional. Se sabe que el pericarpio grueso y esponjoso tiene alto contenido de azúcares (52.14%) además de grandes cantidades de proteínas (39.34%) (Corona-Castuera, Gómez-Lorence, & Ramos-Ramírez, s.f.). Por lo anterior, se tiene conocimiento de que la vaina o péchita de mezquite, era incluida en la dieta de diferentes etnias de áreas desérticas y semidesérticas de México para la elaboración de panes. Así como en la alimentación del ganado bovino lechero, pues además de ser rico en fibra cruda, es uno de los forrajeros con mayor energía bruta. Algunos estudios por su parte han demostrado un contenido superior de proteínas y minerales en comparación con harinas de trigo comerciales (Medina-Córdova, Espinoza-Villavicencio, Ávila-Serrano, & Murillo-Amador, 2013).

Lo que la convierte en un alimento con altas propiedades nutricionales para el consumo humano. Sin embargo, en la actualidad este fruto no es aprovechado como alimento para humanos, debido al desconocimiento de su contenido nutricional, por lo que las grandes cantidades producidas, se convierten solo en desechos. Lo anterior impulsa a buscar opciones de aprovechamiento de la vaina, y así obtener un alimento sano, que mejore las condiciones nutricionales de las zonas rurales de la región de San Luis Río Colorado, mediante el establecimiento de una planta piloto de producción de harina del fruto en mención, en las instalaciones de la Universidad Tecnológica de San Luis Río Colorado (UTSLRC), para brindar a la población un producto alimenticio con valor agregado, mediante su producción y comercialización.

1.1 Materiales y métodos

El presente estudio se lleva a cabo en las instalaciones de la UTSLRC, con la finalidad de obtener un producto terminado a base de la vaina de mezquite, el cual para poder realizarse esta integrado de dos etapas, la primera de ellas es el proceso de producción mediante la creación de una planta piloto instalada en la universidad y la segunda la comercialización del producto terminado (harina de mezquite).

Etapas 1. Producción de harina de mezquite.

Proceso

- La vaina se debe recolectada del árbol cuando esté completamente madura al presentar un color amarillo homogéneo.
- Una vez recolectado el fruto, es necesario lavarlo con agua limpia y apta para retirar la tierra, polvo u otra materia extraña.
- Posteriormente, es llevado a cabo un proceso de desinfección con cloro a una concentración de 25 ppm.
- Deshidratación de las vainas a 65°C por 1hr. Para lograr la concentración de los azúcares existentes.
- Dejar reposar la vaina para que se enfríe y salga el vapor, hasta que tome su textura original.
- Moler la semilla para obtener harina nutritiva.
- Cernir en malla de 0.5mm. Para obtener el polvo que resulta de la molienda separándolo de la cascara.
- Envasar de manera manual en presentaciones de 1 kilogramo.

Maquinaria y equipo a utilizar

- Lavadora de banda por aspersión.
- Horno de deshidratación forzada por convección.

- Molino de discos.
- Tamizadora.
- Maquinaria de envasado y empacado.

Diseño de planta

- Identificar las dimensiones de la planta piloto.
- Ubicar la maquinaria de acuerdo a la funcionalidad del proceso.
- Establecer señalamientos para tuberías.
- Establecer señalamientos de seguridad.

Etapa 2. Comercialización

Metodología Comercialización Harina de Vaina de Mezquite

- Identificar el segmento de Mercado al que se dirigirá la Harina de vaina de Mezquite. Se realizará una investigación de mercado para identificar el segmento prioritario de la harina.
- Determinar el precio de costo y precio de venta. Para que se pueda comercializar el producto terminado, es indispensable determinar el precio de costo, considerando los costos de producción, de administración y ventas, posteriormente se determinará el precio de venta, tratando de que sea competitivo con los precios que existen en el mercado de productos similares.
- Diseñar presentación del empaque para el producto terminado. Como parte esencial de la comercialización se tiene que diseñar etiqueta, determinar el tipo de empaque a utilizar, donde la harina conserve sus propiedades, esto para hacerlo más atractivo a los consumidores.
- Dar a conocer a través de diferentes medios de comunicación el producto, a la comunidad. Para que la comercialización tenga éxito es indispensable dar a conocer el producto a través de diferentes medios de comunicación, considerando los costos de los medios que se utilizarán.
- Informar sobre los usos de la harina. Aparte de dar a conocer el producto a la comunidad, se debe informar sobre sus diferentes usos, con la finalidad de que el consumidor pueda aprovecharlo en cada uno de sus usos.

1.2 Resultados y discusión

La investigación se encuentra en proceso, sin embargo se pretende que este proyecto de investigación impacte de forma directa en el aprovechamiento de los recursos naturales propios de la región, convirtiendolos en alimentos de alto valor nutricional.

1.3 Conclusiones

La realización de este trabajo, beneficiará a la Universidad, desde dos vertientes, La primera es de tipo económico, pues con la creación de la planta piloto se pretende comercializar el producto obtenido, y la segunda es de tipo académico, ya que se usará el proyecto para que nuestros estudiantes realicen actividades de experimentación académica.

1.4 Referencias

Burkart, A. 1976 A monograph of the genus Prosopis (Mimosoideae). Journal of Arnold. Arboretum, 57(3): 219–249.

CONAFOR. 2009. Uso del mezquite como fuente de polisacáridos de alto valor agregado. Recuperado el 30 de abril de 2014, de: http://www.conafor.gob.mx/biblioteca/foros/Mezquite/USO_DEL_MEZQUITE_COMO_FUENTE_DE_POLISACARIDOS_DE_ALTO_VALOR_AGREGADO.PDF.

Corona, Castuera Francisco, Gómez-Lorence Federico, & Ramos-Ramírez Emma Gloria. s.f. Analisis quimico proximal de la vaina del mezquite (*Prosopis glandulosa* var. *Torreyana*) en arboles podados y no podados, en diferentes etapas de fructificacion. Revista Chapingo. I (1).

FAO. 1980 Genetic resources of tree species in arid and semi-arid areas. FAO/IBPGR, 188 p.

Medina-Córdova Noe, Espinoza-Villavicencio, J, Ávila-Serrano, Y, Murillo-Amador, B. 2013. Interciencia, 38 (2). Recuperado el 15 de febrero de 2014 de: http://www.interciencia.org/v38_02/132.pdf

SEMARNAT. 2007. Inventario Nacional Forestal y de Suelos.

Componentes funcionales en Nanche (*Byrsonimacrassifolia*(L)Kunth)

Erick López, Amado Navarro, Noelia Manchón y Jorge Herrera

E. López, A. Navarro, N. Manchón y J. Herrera
Universidad Tecnológica de Izúcar de Matamoros. Prolongación Reforma 168, Barrio Santiago Mihuacan,
Izúcar de Matamoros, Puebla, 74420, México.

M. Ramos., V. Aguilera., (eds.) Ciencias Agropecuarias, Handbook -©ECORFAN- Valle de Santiago,
Guanajuato, 2014.

Abstract

The aim of this study was to determine the physicochemical properties of nance samples (*Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth) dehydrated by convective and freeze-drying techniques, the analysis of the nutraceutical phenolic compounds in nance extracts and the obtainment of tablet and capsule forms to improve the antioxidant intake of vulnerable populations. Dehydrated and lyophilized samples were obtained at 60°C and 55°C, respectively and analyzed for moisture content, pH, titratable acidity, water activity and vitamin C. Tablets and capsules were evaluated for weight, diameter, height, hardness, friability and disintegration. Concerning phenolic compounds, high-performance liquid chromatography analysis with UV and mass spectrometric detection was performed. According to the physicochemical analysis, dehydrated and freeze-dried nance, turns out to be a good alternative as an ingredient in food formulations, showing no differences in vitamin C contents with in dehydration processes. The tablets meet quality control, except for the hardness. The starch proved to be a very effective diluent/binder; especially for tablets. Capsules of 90% dehydrated nance showed the better performance. Total phenols content of nance extracts was $291 \pm 25 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$, with about 50% of catechin and derivatives. A total of 23 compounds were identified for the first time in nance extracts.

2 Introducción

El fruto del nanche (*Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth), muy conocido en países de la América tropical y subtropical como México, Colombia, Venezuela y Brasil, es una pequeña drupa globosa, variable en tamaño, muy olorosa (aroma a queso rancio), con sabor agradable y variado (insípido, dulce, ácido o astringente), que posee valor nutritivo y posibilidades de industrialización y comercialización (Fernández, 2012). El mesocarpio que constituye hasta el 40% del fruto, es la parte comestible. La cosecha se lleva a cabo de agosto a septiembre (Velázquez de Klimo, 2006; Rezende y Fraga 2003). En México está distribuido en distintos estados del centro del país.

El fruto actualmente es limitado a la recolección y venta local por temporada, aunque posee un valor nutricional adecuado de carbohidratos solubles, fibra, minerales (como Calcio y Fósforo), vitaminas (como Vitamina C) y elementos funcionales como catequinas, taninos, carotenoides entre otros (Jiménez y cols., 2012). Debido a ello este fruto es una fuente importante de carbohidratos en el Estado de Morelos, Guerrero y Puebla donde la población rural lo consume de forma constante.

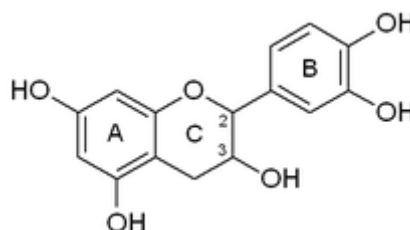
En México el nanche es consumido fresco y en diversos productos, algunos de ellos son en forma de jugos, néctares, licor, producto de humedad intermedia, congelados, pasteles y postres (mermeladas, ates, gelatinas, etc.) (Fuentes y Arana, 2008; Rosales, 2010; Caballero *et al.*, 2012). Los usos medicinales que se le adjudican; son en la infusión de vapores de la corteza usados como astringentes y para detener la diarrea, en algunas ocasiones para bajar la fiebre y como medicamento para contrarrestar úlceras.

Las propiedades nutraceuticas del nanche (en general de otras especies vegetales), se deben a los antioxidantes presentes en sus frutos, hojas y corteza.

Los sistemas de antioxidantes son la respuesta del organismo a la permanente producción de especies reactivas de oxígeno que dañan estructuras biológicas y comprenden fundamentalmente a los sistemas enzimáticos como la superóxido dismutasa, catalasa y glutatión peroxidada, así como a los sistemas no enzimáticos de sustancias como los carotenoides, las vitaminas C y E, los compuestos fenólicos, etc., muchos de ellos aportados por la dieta en la que se incluyen frutas y vegetales y otros suplementos (Silva *etal.*,2007).

Los compuestos fenólicos son metabolitos secundarios que juegan un rol importante en la defensa y fisiología de las plantas y también algunos de ellos son sintetizados y acumulados en las células de las mismas como un mecanismo de defensa contra ciertos micro organismos. Por ejemplo, los flavonoides, una variada familia de estos compuestos, protegen a las plantas de la radiación en la región ultravioleta B (280 a 320 nm que afecta los ácidos nucleicos y las enzimas metabólicas. Los compuestos fenólicos se presentan primariamente como glucósidos. La glucosa es el principal grupo glicosídico, aunque también son comunes la arabinosa, la galactosa, la ramnosa y la xilosa. También se presentan conjugados con ácidos orgánico salifáticos, aminas, lípidos, oligosacáridos y otros sustituyentes (Iwashima,2003; Manach *et al.*, 2004;Linet *al.*, 2002).En específico, el nanche es rico en catequinas (Geissetal.,1995;Fernández,2012). El término de catequinas se utiliza para referirse a una de las familias de los flavonoides, específicamente los 3-flavanoles o simplemente los flavanoles:

Figura 2. Molécula de catequina



Las catequinas se encuentran en el té verde y otras especies de plantas, considerándose como compuestos de alto valor para la dieta humana y por supuesto como componentes esenciales en los alimentos funcionales. Esto se debe fundamentalmente a la capacidad de interactuar con los radicales libres formando compuestos intermedios de baja reactividad inhibiendo los procesos de oxidación (Crespy & Williamsom, 2004; Barret *oet al.*, 2009; Castillo *etal.*, 2009; Chanda & Dave, 2009; Rufino*etal.*, 2009; Hudthagos *oet al.* ,2011). Es conveniente recordar que muchos procesos perniciosos o degenerativos a nivel celular, se originan precisamente en procesos de oxidación. Entre otros beneficios para la salud (con base en experimentos en animales y humanos) se han señalado: Acción anticancerígena e inhibición de procesos mutagénicos (Sartippouret *al.*, 2002; Kunduet *al.*,2003;CassiaR.,2006); Actividad anti microbiana, incluida la anti diarreica (Figuereidoet *al.*,2005;Michelin*etal.*,2008;Rivero*etal.*,2009); Actividad contra ulceraciones y daños de la piel (Sannomiya*etal.*,2005;Heinrich*etal.*,2006); Actividad anti espasmogénica Reducción de los efectos del colesterol, la hipertensión, la diabetes y la obesidad (Miura*et al.*,2001;Löest*etal.*,2002;Wolfram*etal.*,2006;Maki*etal.*,2009;).

Las propiedades nutraceuticas y medicinales del nanche, conocidas por las culturas pre-hispanicas, se deben a la presencia de estos antioxidantes naturales, entre ellos, las catequinas (Martínez, 1999). Al convertir un alimento fresco o en uno procesado (deshidratado) se añade valor agregado a la materia prima utilizada. Además se reducen los costos de transporte, distribución y almacenaje debido a la reducción de peso y volumen del producto en fresco. Hoy en día, muchos alimentos deshidratados sirven de base para el desarrollo y formulación de nuevos productos, ya que estos al ser fuentes de proteínas, vitaminas, minerales, fibra dietética y antioxidantes; son considerados como componentes o ingredientes de alimentos funcionales, debido a su fácil incorporación en productos lácteos (leches, postres, yogurt, helados), galletas, pasteles, sopas instantáneas y en platos preparados (Mallap, 2012). La biodisponibilidad de extractos naturales y de sus componentes funcionales se ha investigado y publicado recientemente, las capsulas y tabletas, entre otras formas, resultan ser un vehículo adecuado para ingerir, de manera dosificada, los principios activos de extractos de frutos y plantas que se hayan sometido a un tipo de proceso de deshidratación.

El conocimiento de las características farmacocinéticas de los mayores componentes de los extractos en sus diferentes formulaciones deberán seguir la optimización de las dosis que den solución a las necesidades del consumidor (Agrosiét *al.*, 2000)

Existe una fuerte tendencia a nivel mundial en lograr una mayor calidad de vida, incrementándose el consumo de productos dietéticos, nutraceuticos y farmaceuticos obtenidos a partir de fuentes naturales. Este trabajo se enfocó a la caracterización físico-química del nanche deshidratado por secado convectivo y liofilización, su influencia en formulaciones farmaceuticas así como la determinación de los compuestos fenólicos en extractos de nanche.

2.1 Materiales y métodos

Materia prima. Se utilizó nanche fresco de segunda calidad adquirido en el mercado local, metabisulfito de Sodio, ácido ascórbico, ácido cítrico (grado alimenticio).

El fruto “nanche” se limpió utilizando una lavadora giratoria por aspersion (Marca JERSA) durante 10 min, posteriormente se desinfecto utilizando una solución de plata ionizable estable (Microdyn®). Sucesivamente, a la fruta se le retiro el hueso, de manera manual. Se pesó la pulpa y el hueso obtenido, con la finalidad de realizar los cálculos de ácidos a utilizar durante el escaldado. Dicho proceso, se realizó a 50°C por 20 min con una concentración de ácidos de 1.5%p/p (Reisycols., 2006). La pulpa se dejó escurrir por unos 5 min y se colocaron en las charolas para proceder a su deshidratación.

Proceso de secado. Las experiencias del deshidratado se llevaron acabo, a 60°C por 6h en un secador de charolas (Marca:MAPISA) con velocidad de aire constante (1.5 m/s), hasta un contenido de humedad de 15%(b.h.) y a promedio de 0.35.

Proceso de Liofilización. Se realizó en un Liofilizador industrial LabConco (LabConco Corp.KansasCity,USA) a una temperatura de -55°C y una presión de vacío de 5-10 micrones de Hg.

Análisis Físico-químicos. Se realizaron los análisis físico-químicos del contenido de humedad, pH, acidez titulable, A_w y °Brix en el tiempo 0 y al final del secado. La medición de los sólidos solubles (°Brix) fueron medidos en un refractómetro marca ATAGO, modelo MasterT; en base a la norma NMX-F436-1982. La acidez titulable (%) se midió de acuerdo a la norma mexicana NMX-FF-011-1982 y se reportó como porcentaje de ácido cítrico. La medición del pH se llevó a cabo utilizando un Potenciómetro HANNA HI991300 y teniendo como base la norma NMX-F-317-S-1978. La actividad de agua (A_w) fue medida en un Aqualab Serie4 TE.

Determinación de actividad de agua (A_w) en tabletas: Se utilizó el equipo AQUA-LAB modelo 4TE. Para la determinación, se calibró el equipo con soluciones estándar de NaCl ($A_w=0.76\pm 0.003$) y LiCl ($A_w=0.50\pm 0.003$) a una temperatura controlada de $25\pm 0.2^\circ\text{C}$. Se tomaron 2 muestras de cada formulación de las tabletas y se trituraron en un mortero hasta obtener un polvo fino, éste se colocó en los contenedores de manera que cubriera la superficie.

Medición de Ácido ascórbico: Para la determinación de la cantidad de ácido ascórbico se empleó el método 43.064 de la A.O.A.C.(1984). Para ello se utilizaron tres soluciones: solución estándar de ácidoascórbico, solución de 2,6-dicloro fenolindofenol y una solución extractora la cual es una mezcla de ácido metafosfórico, ácidoacético y agua.

Elaboración de tabletas: Para la obtención de tabletas, se trabajó sobre la base de una formulación de comprimidos por compresión directa (Remington,1987). Se evaluaron 4 formulaciones a diferentes concentraciones de nanche deshidratado y/o liofilizado (principio activo) y se varió el excipiente, que funciona como diluyente y/o glutinante (Lactosa/Almidón). Como desintegrante se utilizó el CMC (CarboximetilCelulosa) y el estearato de magnesio como lubricante. Las formulaciones se presentan en la Tabla 2. La molienda del principio activo se realizó utilizando un molino de martillo (SIEMENS), con la finalidad de disminuir el tamaño de las partículas de manera que adquiriera un tamaño de polvo fino y se pudiera mezclar con los excipientes sin dificultad alguna. Antes de mezclar se procedió a pesar todos los ingredientes. Para el mezclado se aconseja que no se viertan, todos los ingredientes, al mismo tiempo pues la agregación entre ellos no es la misma a distinto orden de mezclado. Los ingredientes se incorporaron de la siguiente manera: Primero se mezcló el principio activo junto con la Lactosa/Almidón, posteriormente se agregó el CMC y por último el Estearato de Magnesio. Es importante asegurar en cada etapa que se vaya homogenizando la mezcla adecuadamente. La mezcla homogénea obtenida se hizo pasar por el tamiz (Tyler) No.40 (0.425mm) de manera que el tamaño de partícula fuera el mismo para todo. Se procedió a pesar la mezcla en porciones de 400mg. El tableteado se realizó con una tableteadora de tornillo (Figura 2.1). Se elaboraron 10 a 12 tabletas de cada formulación y se envasaron en frascos de plástico.

Tabla2. Formulaciones de tabletas con diferentes diluyentes.

Clave Formulación	Nanche	Almidón	Lactosa	Carboximetil Celulosa	Estearato	Peso (mg)
F1D*	80%	10%		8%	2%	500
F2D	85%	8.75%		4.25%	2%	500
F3L*	80%	10%		8%	2%	500
F4L	85%	8.75%		4.25%	2%	500
F5D	80%		10%	8%	2%	500
F6D	85%		8.75%	4.25%	2%	500
F7L	80%		10%	8%	2%	500
F8L	85%		8.75%	4.25%	2%	500

Elaboración de capsulas: Para la obtención de encapsulados, se utilizaron cápsulas de gelatina dura de origen 100% bovino con una capacidad aproximada de 200 a 500 mg, las cuales se llenaron en una encapsuladora manual CAPSULINE de 60 posiciones en tamaño "0". Las cápsulas se llenaron con una capacidad aproximada de 400 a 500 mg de nanche (deshidratado y liofilizado) más maltodextrina (excipiente). Para F1 y F2 se utilizó nanche deshidratado y para F3 y F4 nanche liofilizado. El nanche liofilizado y deshidratado se pulverizaron, por separado, en un mortero con el objetivo de obtener un producto homogéneo, se pesó y mezcló con maltodextrina y posteriormente se pasó por el tamiz (Tyler) No.40 (0.425mm). Una vez obtenida la mezcla homogénea, se procedió al llenado de las cápsulas.

Tabla2.1 Formulaciones de cápsulas.

Clave de Formulación	Tratamiento a nanche	Nanche	Maltodextrina	Peso (mg)
F1C	Deshidratado	85%	15%	500
F2C	Deshidratado	90%	10%	500
F3C	Liofilizado	85%	15%	500
F4C	Liofilizado	90%	10%	500

Control de calidad en tabletas: Se determinó el peso promedio, diámetro, altura, friabilidad y tiempo de desintegración, de acuerdo a los métodos de la USP(1995). Para capsulas solo se determinó el contenido promedio y el tiempo de desintegración de acuerdo a los métodos de prueba descritos en USP(1995). Para las pruebas de desintegración, friabilidad y dureza se utilizó el equipo PJ-3 tablet four-usage tester (Tianjin Guoming Medicinal Equipment Co.Ltd.).

Determinación de compuestos fenólicos: Se realizó por cromatografía de líquidos de alta resolución (HPLC), con detección ultravioleta-visible con detectores de longitud de onda variable (UV), de arreglo de diodos (DAD) y también acoplada a espectrometría de masas (EM).

Fenoles totales y catequinas.

Se obtuvieron extractos de nanche por dos técnicas:

Técnica 1: se tomaron cinco gramos de pulpa de nanche, se trituro en un mortero de agata, posteriormente se extrajo con volúmenes de 30mL de metanola cidificado al 15 con ácido fosfórico, en un agitador magnético por 30 minutos a temperatura ambiente ($20 \pm 2^{\circ}\text{C}$), el extracto se concentró al 50% en un rotovapor a temperatura ambiente.

Técnica 2: se tomaron cinco gramos de pulpa de nanche previamente triturada y se extrajo en un agitador magnético por 30 minutos con metanol acidificado al 1% con ácido fosfórico, el residuo obtenido se extrajo con acetona en un baño ultrasónico por 20 minutos a temperatura ambiente. La cuantificación de los extractos se realizó en base a los polifenoles totales (espectrofotometría, método de Folin-Ciocalteu), así como a la concentración de catequinas totales, expresada como epigallocatequina, presentes (HPLC-A).

Determinación cualitativa de ácidos fenólicos y otros posibles flavonoides.

La extracción se le realizo a la muestra en fresco (nanche), liofilizado y secado en charolas a 50°C adicionando 50ml de metanol con agitación constante por 1h. Posteriormente se concentraron al 50% y se refrigeraron, para su posterior análisis por HPLC (HPLC-B).

Determinación de flavonoides por HPLC-DAD y HPLC-UV-EM.

A la muestra se le realizó un escaldado en presencia de ácido ascórbico y ácido cítrico (75:25) al 1.5%. Se escurrió y se sometió al secado en charolas. Una vez seca se molió en un molinillo de cizalla sin tamaño específico de grano. Se pesó dos gramos de esa muestra molida en un recipiente y se realizó la extracción por líquidos presurizados en un sistema ASE 200 de Dionex, utilizando las siguientes condiciones:

Peso de muestra: 2 gramos, Disolvente de extracción: MeOH:H₂O 80%(v/v), Número deciclos: 3, Tiempo de ciclo: 8 minutos, Temperatura: 80°C , Presión: 1500 psi

El extracto obtenido se llevó a sequedad con corriente de Nitrógeno y se redisolvió en 4mL de MeOH acuoso al 50%. Se filtró através de un filtro de nylon de $0.20\mu\text{m}$ y se inyectó en el HPLC-DAD (HPLC-C) y en el HPLC-UV-EM (HPLC-D)

Análisis cromatográfico.

HPLC-A: Se realizó en un cromatógrafo de líquidos Perkin Elmer Series 200 conectado a un detector UV/VIS785A, usando una columna RP-18 de $250 \times 4.6\text{mm}$ i.d. $5\mu\text{m}$ C18 de la misma firma. Los extractos fueron analizados a 280 nm utilizando como: fase A metanol y fase B acetonitrilo, con un flujo de 0.5mL min^{-1} y un gradiente lineal de 100% de A a 100% de B en 5min, posteriormente 2min con 100% de B y finalmente de 100% de B a 100% de A en gradiente lineal durante 5min.

HPLC-B: Se realizó en un cromatógrafo de marca PERKIN ELMER modelo 200, visible 235c y arreglo de diodos. Se utilizó una columna C18 de longitudes 150x4.6 y con tamaño de partícula de 5µm. Como fases móviles se utilizó una solución acuosa de ácido fórmico (19:1v/v), como fase A y como fase B metanol al 100%. El flujo 1.0mL/min y 50µL de volumen de inyección con elución en gradiente.

La detección se realizó a 290nm y 340nm. Para la mezcla de 7 estándares posiblemente presentes en el extracto de nanche se utilizaron los siguientes: rutina, ácido cumárico, ácido sinápico, miricetina, Kaempferol, Apigenina y ácido cafeíco. Agregando 50 µl de cada estándar. Inyectando 50 µl de esta mezcla para su detección y establecerla como referencia. De la muestra (nanche liofilizado) a inyectarse tomó un volumen de 50 µl.

HPLC-C: Se realizó en un sistema Waters (Waters Corp., Milford, Massachusetts), formado por un módulo de separación (2695), con un horno de columna integrado y un inyector de muestra automático, y un detector de foto diodoarra y (2998). La fase estacionaria fue C18, una columna Novapack®, de longitudes 3.9x300mm y de 4µm de poro. Como fases móviles se utilizaron agua acidificada al 2% ácido acético como fase A, como fase B una mezcla de agua, ácido acético 2% y acetonitrilo 20%; y como fase C acetonitrilo. La temperatura de trabajo fue temperatura ambiente, el flujo 0.7mL/min y 100µL de volumen de inyección. La detección se realizó entre 220 nm y 600nm.

HPLC-D: El análisis de cromatografía líquida de alta resolución con detección ultravioleta y espectrofotometría de masas (HPLC-UV-MS) se realizó en un sistema HewlettPackard 1100MS (Palo Alto, CA) con fuente API, usando una interfase ESI. Las condiciones cromatográficas son las mismas que para el análisis por HPLC-DAD., reportadas en el informe de la primera etapa. Las condiciones del ESI fueron las siguientes: modo negativo, Nitrógeno como gas de secado del nebulizador con una presión de 40psi, flujo de 10L/min a 340°C, voltaje a la entrada del capilar: 4000V, voltaje variable de fragmentación: 100V (m/z < 200), 200V (m/z 200–1000), 250V (m/z 1000–2500). Espectro de masas desde m/z 100 a m/z 2500. Los picos cromatográficos fueron identificados por comparación de los tiempos de retención, espectros UV y los parámetros de los espectros UV de sus respectivos patrones y confirmado por HPLC-MS.

2.2 Resultados

Características físico-químicas del nanche fresco y deshidratado: En la tabla 2.2, se muestran los resultados promedio de las características físico-químicas del nanche fresco, escaldado, deshidratado y liofilizado. Los rendimientos obtenidos fueron del 12-15% para el nanche deshidratado.

Tabla 2.2 Resultados promedio de los análisis físico químicos del deshidratado de nanche.

Análisis	pH	Sólidos Solubles	Acidez titulable ¹	Aw	Ácido Ascórbico mg/100g
Nanche fresco	4.62± 0.02	14 ±1	2.6% ±0.14	0.982±0.03	40±0.10
Nanche escaldado	3.98± 0.05	7.5±2	2.2%±0.18	0.982±0.02	71.5± 0.15
Nanche deshidratado	4.7 ±0.1	4± 1	3.6%± 0.17	0.359±0.03	67.5± 0.19
Nanche liofilizado	3.47	4	0.8230%± 0.10	0.243±0.004	69.88±0.77

¹Como ácido cítrico.

La medición del pH durante el escaldado disminuye debido a la presencia de ácidos. Estos resultados corresponden a lo visto en los pretratamientos, en los cuales el nanche durante el proceso de acondicionamiento de materia prima se le sometió a una inmersión de solución de ácidos a 1.5%.

En cuanto a la acidez y sólidos solubles, se busca correspondencia entre estos dos valores, mientras la acidez disminuye los sólidos solubles aumentarían ofreciendo un fruto de buen sabor. En este caso nos encontramos con un fruto disminuido en sólidos solubles (°Brix), de 7.5 a 4.0, valores menores con respecto al fruto fresco (14°Brix) y una acidez titulable de 0.823 a 3.6; lo que hace corresponder aun “nanche agridulce”, según Bayuelo y colaboradores en el 2006 y al correspondiente pretratamiento de ácidos al que fue sometido el nanche durante su procesos de secado.

La acidez beneficia al producto contra el crecimiento de micro organismos aunado a los valores bajos de Aw (0.24 para polvo de nanche liofilizado y 0.36 para polvo de nanche deshidratado) pero muchas reacciones podrían presentarse como, reacciones de pardeamiento, oxidación y algunas reacciones enzimáticas.

El efecto de la temperatura, durante el secado de nanche influye directamente en el contenido del ácido ascórbico junto con la humedad que presenta la muestra. El contenido de ácido ascórbico (vitamina C), durante el secado, fue de 67.5±0.19/100g de muestra deshidratada y de 69.88±0.769 de muestra liofilizada con respecto al nanche fresco, que fue de 40±0.10. Esto nos indica que el tratamiento realizado durante el escaldado, propicia el aumento de contenido de dicha vitamina en el producto lo que indicaría a futuro, que tan disponibles es la vitamina C en el organismo, es decir cuanta de esta cantidad de vitamina C se podría absorber. Aún, con un valor bajo de Vitamina C, los tratamientos realizados al nanche; durante el escaldado, deshidratado y liofilizado, ayudan a preservar una cantidad adecuada de ácido ascórbico. En ensayos recientes, Almeida y cols. (2012), encontraron que el fruto Murici [*Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth], también conocido como nanche, contiene un 11.8mg de ácido ascórbico por 100g de muestra fresca comestible. Este valor resulta ser menor frente al valor registrado en el presente ensayo (40mg/100g muestra fresca comestible). Debemos tomar en cuenta que, Almeida y colaboradores realizan su ensayo con frutos originarios de Brazil por lo que, las condiciones del fruto (periodo de crecimiento, humedad, etc.) y del mismo análisis pudieran estar influyendo sobre dicho valor. Por su parte, Castañeda y cols. (2010), en sus ensayos de deshidratación y liofilización del fruto Charalina (Zapote Blanco; *Casimiroa edulis* Llave) encontraron que, el contenido de vitamina C se afectaba más al deshidratarlo por método convectivo que por liofilización.

Por método convectivo, el valor de Vitamina C se redujo de 29.75mg/100g porción comestible en frutofresco a 7.052mg/100 de porción reconstituida; por el método de liofilización esta se redujo de 29.75 mg/100g a 23.634mg/100g. La vitamina C tiende a lixivarse al entrar en inmersión con líquidos como el agua. Según el tratamiento térmico que se aplique a los alimentos ricos en vitamina C, si al someterlos a algún tratamiento esta se preserva, se dice que los demás compuestos de interés nutricional o funcional prevalecerán(Castañeday cols.,2010).

Por lotanto, la liofilización resulta ser un método adecuado de deshidratación teniendo como objetivo la preservación de vitaminas y compuestos fenólicos.

Tabla2.3 Resultados promedio del control de calidad de tabletas.

Clave Formulación	Diametro (cm)	Altura (mm)	Dureza(N)	Peso(mg)	Desintegración (min)	Friabilidad (%)
F1D*	1.07± 0.11 ^a	6.12± 0.38 ^a	2 N ^b	489±15.93 ^a	1.82± 0.63 ^a	0.85 ^a
F2D	1.11± 0.11 ^a	6.24± 0.20 ^a	2 N ^b	484±9.85 ^a	0.97± 0.24 ^a	0.75 ^a
F3L*	1.08± 0.09 ^a	6.09± 0.08 ^a	10N±1.2 ^b	482±8.54 ^a	7.98± 0.051 ^a	0.72 ^a
F4L	1.10± 0.08 ^a	6.18± 0.08 ^a	15N±3.2 ^b	484±13.35 ^a	8.31± 0.27 ^a	0.68 ^a
F5D	1.16± 0.11 ^a	6.08± 0.10 ^a	2.4N±0.8 ^b	485±19.39 ^a	1.70± 0.29 ^a	1.21 ^b
F6D	1.15± 0.09 ^a	6.03± 0.30 ^a	3.4N±0.71 ^b	478±14.58 ^a	1.55±0.13 ^a	1.27 ^b
F7L	1.11± 0.09 ^a	5.87± 0.29 ^a	17.6N±1.7 ^b	470±20 ^b	40 ^b	0.55 ^a
F8L	1.11± 0.09 ^a	6.13± 0.23 ^a	19.2N±3.9 ^b	483±26.23 ^b	4.70± 1.26 ^a	0.53 ^a

D=deshidratado;L=Liofilizado;^a=cumple;^b=Nocumple

La tabla 2.3, muestra los resultados del control de calidad de tabletas según las formulaciones de la tabla 2. Para las tabletas con almidón, el peso promedio especificado (500mg±5%), las cuatro formulaciones cumplen. Para las tabletas con lactosa y nanche liofilizado no cumplen con lo especificado (USP,1995). En relación a las pruebas de dimensiones (Diámetro y Altura) todas las formulaciones cumplen. En la prueba de desintegración, solo F7L no cumple con lo especificado en las normas. Para la prueba de friabilidad, las formulaciones F5D y F6D sufrieron un desgaste mayor a 1%, por lo que no cumplen. El 100% de las tabletas no cumplió con la prueba de dureza. Podemos decir que las formulaciones con almidón son las que mayormente cumplen con el control de calidad y en específico aquellas elaboradas con nanche liofilizado(F3LyF4L).

Tabla2.4 Resultados promedio del control de calidad de capsulas.

Clave de Formulación	Tratamiento	Desintegración (min)	Peso(mg)
F1C	Deshidratado	1.97±0.23 ^a	440±19.27 ^a
F2C	Deshidratado	1.82±0.3 ^a	475±16.63 ^a
F3C	Liofilizado	2.42±0.95 ^a	267±29.26 ^b
F4C	Liofilizado	2.03±1.02 ^a	315±23.26 ^b

^a=cumple;^b=Nocumple

Los resultados a las pruebas de control de calidad de capsulas se muestran en la tabla2.3. En ella se aprecia que, el 100% de las formulaciones cumplen con lo estipulado para desintegración. Las formulaciones con liofilizado muestran una mayor agregación.

En el caso de la prueba de peso promedio, solo las formulaciones con deshidratado cumplen con ello; se cree que el liofilizado ocupa mayor volumen en las tabletas, por lo que se tendría que compactar.

Figura2.1 Diagramas de proceso de tabletas y capsulas a base de nanche deshidratado y liofilizado



Compuestosfenólicos

Fenoles totales: No se encontraron diferencias significativas entre las concentraciones de fenoles totales de los extractos de nanche obtenidos por las técnicas 1 y 2, siendo el valor promedio de su concentración $291 \pm 25 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$. El extracto de nanche contiene un contenido significativo de estos compuestos si se compara con los valores obtenidos por Löestetal.,(2002) en frutos frescos como la fresa ($160,0 \pm 1,2 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$), uva roja ($201,0 \pm 2,9 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$) y frutos frescos de guayaba ($112,8 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$). El contenido de polifenoles determinado también resulta superior a los reportados para nanche en Brasil (Silva et al., 2007; Souza et al., 2008).

Ácidos fenólicos y catequinas: Se identificaron inequívocamente los ácidos caféico, cumárico y sinápico. La concentración de catequinas total es en los diferentes extractos resultó de $146 \pm 20 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$. Esto indica que de los fenolestotales, alrededor de un 50% son catequinas.

Flavonoides: En la figura 2.2, se muestra el cromatograma HPLC-DAD de una de las muestras analizadas que muestra la complejidad de las mismas. Los compuestos identificados en el extracto obtenido semuestran en la tabla 2.5

Figura2.2 Cromatograma HPLC-DAD de una muestra de nanche secada por método convectivo.

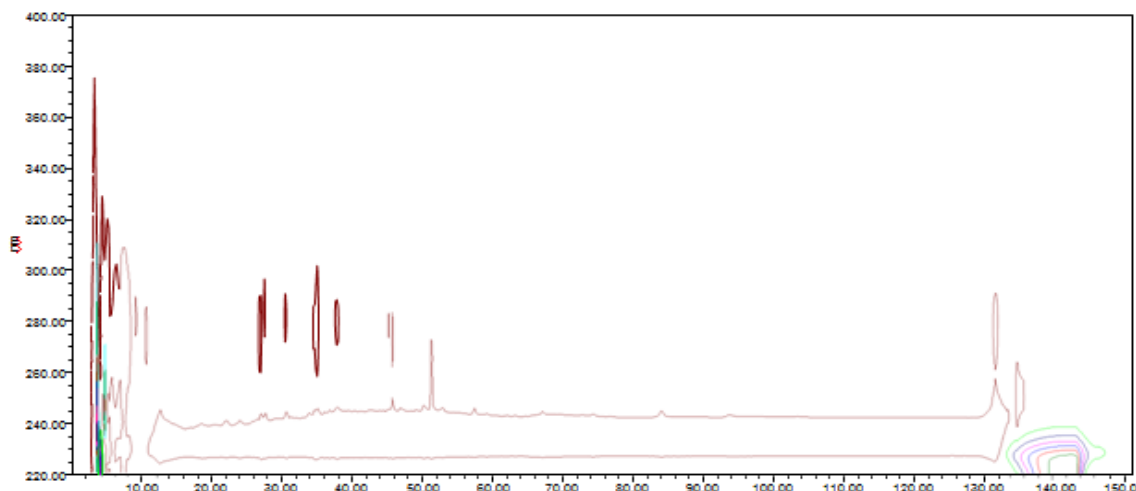
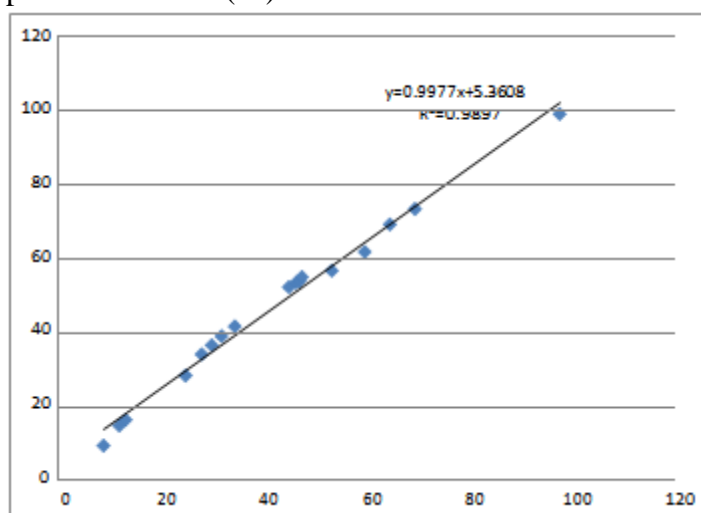


Tabla 2.5 Identificación de los compuestos en el extracto de nanche

N/O	tr(min)	IdentificaciónHPLC/DAD	tr(min)	IdentificaciónHPLC/EM
1	7.482	DerivadodelácidoGálico	8.316	ÁcidoGálico
2	10.532	Metilgalato	13.813	Metilgalato
3	11.815	derivadodelpOHbenzoico	15.330	ÁcidoProtocatéquico
4	18.365	Hamamelitannin		
5	23.498		27.393	Dímerodeprocianidina
6	23.982	Metilgalato		
7	25.348	Etilgalato		
8	26.648		33.172	Catequinglucosa
9	28.598		35.641	Dímerodeprocianidina
10	30.515	Catequina	38.122	Catequina
11	33.082		40.785	P2G1:Galatodedímerodeprocianidina
12	33.965	Ácidosirínquico		
13	34.682	Procianidina		
14	39.648	Epigalocatequinagallato		
15	43.632		51.437	Eriodictioldiglucósido
16	45.082	Epicatequinagallate	52.697	P2G1:Galatodedímerodeprocianidina
17	45.715		53.130	Quercetinadiglucósido
18	46.182	DerivadodeQuercetina	54.171	Quercetinarutinósido
19	51.998	DerivadodeQuercetina	55.891	Quercetinagalactósido
20	58.415	DerivadodeQuercetina	61.009	Quercetinaglucósido
21	63.332		68.560	Derivadoderesveratroltrans
22	68.215		72.763	Derivadoderesveratroltrans
23	96.465		98.514	Quercetina

La comparación de los tiempos de retención del análisis por HPLC/DAD y HPLC/UV/EM, permite concluir que fue correcta la identificación que se realizó por HPLC-DAA de los compuestos fenólicos de mayor interés, como se observa en la figura 2.3.

Figura 2.3 Tiempos de retención (Tr) en HPLC-UV-MS vs TRHPLC-DAD



La cuantificación de 17 de los 23 compuestos identificados se muestra en la tabla 2.6. Los resultados obtenidos se expresan en concentración del compuesto analizado y a falta del patrón del compuesto se ha cuantificado con la curva de calibración del compuesto patrón de la misma familia del compuesto analizado.

Los R2 de todas las rectas de calibrado resultaron superiores a 0,998. Los RSD de los resultados son menores del 5%.

Tabla 2.6 Cuantificación de fitoquímicos en el extracto de nanche.

tr	Compuesto	Cv(μg)	CM(μg/g)	Compuestosobreelqueseexpresa
8,316	ÁcidoGálico	5,82	116,39	ÁcidoGálico
13,813	Metilgalato	0,06	1,17	Metilgalato
15,33	ÁcidoProtocatéquico	0,86	17,20	ÁcidoProtocatéquico
27,393	Dímerodeprocianidina	0,04	0,76	Catequina
33,172	Catequinglucosa	0,29	5,72	Catequina
35,641	Dímerodeprocianidina	3,31	66,22	Catequina
38,122	Catequina	0,16	3,21	Catequina
40,785	P2G1:Galatodédímerode procianidina	0,23	4,52	Catequina
51,437	Eriodictioldiglucósido	0,34	6,73	Eriodictiol-7-O-glucósido
52,697	P2G1:Galatodédímerode procianidina	0,05	1,08	Catequina
53,13	Quercetinadiglucósido	0,30	6,06	Quercetina
54,171	Quercetinarutinósido	3,57	71,36	Quercetina-3-O-rutinósido
55,891	Quercetinagalactósido	1,13	22,56	Quercetina-7-O-galactósido
61,009	Quercetinaglucósido	1,25	24,99	Quercetina-3-O-glucósido
68,56	Derivadoderesveratroltrans	0,19	3,72	Resveratroltrans
72,763	Derivadoderesveratroltrans	0,21	4,26	Resveratroltrans
98,514	Quercetina	1,69	33,87	Quercetina

Asumiendo un coeficiente de respuesta similar para las procianidinas en el UV, la distribución porcentual de ellas sería: 45% de dímeros de procianidinas, 42% de catequina esterificada con glucosa, 8% de catequina, 6% de galato de epicatequina y 6% de galato de epigallocatequina.

2.3 Conclusiones

El nanche deshidratado y liofilizado, resulta ser una buena alternativa como ingrediente de formulaciones alimenticias. No hubo diferencias significativas en cuanto al contenido de vitamina C se refiere, pero debido a lo costoso de la liofilización se opta por emplear secado convectivo. Las tabletas a base de polvo de nanche, tanto deshidratado como liofilizado, cumplen, a excepción de la prueba de Dureza, con los controles de calidad (USP). El almidón resulto ser un diluyente/aglutinante muy efectivo; sobre todo al formular tabletas con polvo de nanche liofilizado. Las capsulas cumplen adecuadamente con el control de calidad. El contenido de fenoles totales en extractos de nanche fue superior al detectado por otros investigadores (291 ± 25 mg 100g-1), de esto se 150% corresponde a catequinas y sus derivados. Se identificaron un total de 23 compuestos de valor fitoquímico en el nanche. Estos resultados son científicamente novedosos puesto que no se encontraron referencias a estudios o resultados similares. Con base a los resultados se presentan alternativas adecuadas para el consumidor de nanche, en forma de tabletas y capsulas que los beneficie nutricional y funcionalmente.

2.4 Referencias

- Almeida B., M. M.; Machado de Sousa, P. E.; Arriaga, C. A. M.; Matías do Prado, G.; Carvalho, M. C. E.; Maia A. G. & Gomes L., T. L. (2011). Bioactive compounds and antioxidant activity of fresh exotic fruits from north eastern Brazil. *Food Research International*, 44, 2155–2159
- Agrosí, M., Mischiatti, S., Harrasser, P. C., & Savio, D. (2000). Oral bioavailability of active principles from herbal products in humans. A study on *Hypericum perforatum* extracts using the soft gelatin capsule technology. *Phytomedicine*, 7(6), 455-462.
- Barreto G., Benassi M. & Mercadante A. (2009). Bioactive compounds from several tropical fruits and correlation by multivariate analysis of free radicals scavenger activity. *J. Braz. Chem. Soc.*, 20(10), 1856-1861.
- Bayuelo, J. J. S., Lozano, R. J. C. y Ochoa, E. I. (2006). "Caracterización morfológica de *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth nativa de Churumuco, Michoacán, México." *Rev. Fitotec. Mex.* 29 (Número Especial 2), 31-36.
- Caballero, R. A., Vela, G., Pérez, J., Escobar, R. y Ballinas, J. (2012). Usos del Nanche (*Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth) en gelatina artesanal para niños. *Etnobiología*, (2), 50-55.
- Cassia R., (2006). Atividade mutagênica e ativadora da resposta imune celular induzidas por *Byrsonima crassa* Niedenzue *Byrsonima intermedia* A. Juss. (Malpighiaceae).
- Castañeda, J.; Arteaga, H.; Siche, R. y Rodríguez, G. 2010. Estudio comparativo de la pérdida de vitamina C en chalarina (*Casimiroa edulis*) por cuatro métodos de deshidratación. *Scientia Agropecuaria*, 1, 75 -80.
- Castillo M., García K., Peña L. (2009). Antioxidants from the leaf extract of *Byrsonima bucidifolia*. *Nat. Prod. Comm.*, 4(1), 83-86.
- Chanda S. & Dave R. (2009). In vitro models for antioxidant activity evaluation and some medicinal plants possessing antioxidant properties: An overview. *African Journal of Microbiology Research*, 3(13), 981-996.
- Crespy V. & Williamson G. (2004). A Review of the Health Effects of Green Tea Catechins in Vivo Animal Models. *The Journal of Nutrition*, 134, 3431S–3440S.
- Fernández M. C. (2012). "*Byrsonima crassifolia* (L.) H. B. K.: Estudio fitoquímico y farmacológico". (Tesis Inédita de Doctorado). Universidad Complutense de Madrid, España.

Figueiredo M., Michelin D., Sannomiya M., Silva M., dos Santos L., de Almeida L., Souza A., Salgado H. & Vilegas W. (2005). Chemical evaluation and antidiarrhoeal activity of leaves of *Byrsonima cinerea* DC. (Malpighiaceae). *Rev. Bras. Cienc. Farm.* 41(1).

Fuentes, A.R. y Arana, E.R. (2008). "Elaboración de un alimento de humedad intermedia de nanche (*Byrsonima crassifolia*) utilizando el diseño de mezclas." *Industria Alimentaria*. 5(1).

Geiss F., Heinrich M., Hunkler D., Rimpler H. (1995). Proanthocyanidins with (+)-epicatechin units from *Byrsonima crassifolia* bark. *Journal of Phytochemistry*, 39(3), 635-643.

Heinrich M. *Ethnobotany and Natural Products: The Search for New Molecules, New Treatments of Old Diseases or a Better Understanding of Indigenous Cultures. Current Topics in Medicinal Chemistry.* pp 29-42. 2003.

Heinrich U., Neukman K., Tronnier H., Sies H. & Stahl W. (2006). Long-Term Ingestion of High Flavanol Cocoa Provides Photoprotection against UV-Induced Erythema and Improves Skin Condition in Women. *J. Nutr.*, 136, 1565–1569.

Hudthagosol C., Haddad E., McCarthy K., Wang P., Oda K. & Sabaté J. (2011). Pecans Acutely Increase Plasma Postprandial Antioxidant Capacity and Catechins and Decrease LDL Oxidation in Humans. *J. Nutrition*, 141(1), 56-62.

Iwashina T., 2003. Flavonoid function and activity to plants and other organisms. *Biological Sciences in Space*, 17, 24-44.

Jiménez A. H. D., Solís F.J.A., Vargas M. N., Muñoz G.I. E., Melo R. V. & Schettino B. B. (2012). Estudio etnobotánico de *Byrsonima crassifolia* L (K) y su composición nutricional. *Rev. Latinoamer. Quim.* 2012, 39, 196.

Kundu J., Na H., Chun K., Kim Y., Lee S., Lee O, Sim Y. & Surh Y. (2003). Inhibition of Phorbol Ester-Induced COX-2 Expression by Epigallocatechin Gallate in Mouse Skin and Cultured Human Mammary Epithelial Cells. *The journal of nutrition*, 133, 3805S–3810S.
Lin J.H., Chiou Y.N., Lin, Y.L. (2002). Phenolic glycosides from *Viscum angulatum*. *Journal of Natural Products*, 65, 638-640.

Löest H., Sang K. & Sung I. (2002). Green Tea Extract Inhibits the Lymphatic Absorption of Cholesterol and α -Tocopherol in Ovariectomized Rats. *The journal of nutrition*, 132, 1282–1288.

Martínez-Vázquez M., González-Esquinca, A.R., Cazares, L.L., Moreno, G.M.N. & García-Argáez, A.N. (1999). Antimicrobial activity of *Byrsonima crassifolia* (L.) H.B.K. *J Ethnopharmacol.*, (1), 79-82.

Maki K., Reeves M. & Farmer M. (2009). Green Tea Catechin Consumption Enhances Exercise-Induced Abdominal Fat Loss in Overweight and Obese Adults. *The journal of nutrition*, 139(2), 264-270.

Mállap, B.C.I. (2012). *Aplicación del método de superficie de respuesta en el estudio de efecto de la temperatura y la velocidad del aire de secado convectivo en la humedad y la pérdida del ácido fólico de los parragos previamente deshidratados*. (Tesis Inédita de Licenciatura). Universidad Nacional de Trujillo, Perú.

Manach C., Scalbert A., Morand C., Remesy C. & Jiménez L. (2004). Polyphenols: Food sources and bioavailability. *American Journal of Clinical Nutrition*, 79, 727-747.

Michelin D., Sannomiya M., Figueiredo M., Rinaldo D., dos Santos L., Souza A., Vilegas W. & Salgado H. (2008). Antimicrobial activity of *Byrsonima* species (Malpighiaceae). *Rev. bras. farmacogn.* 18.

Miura Y., Chiba T., Tomita I., Koizumi H., Miura S., Umegaki K., Hara Y., Ikeda M. & Tomita T. (2001). Tea Catechins Prevent the Development of Atherosclerosis in Apoprotein E-Deficient Mice. *The Journal of Nutrition*, 131, 27-32.

Reis, R.C., Ramos, A.M., Regazzi, A. J., Minim, V.P.R. y Stringueta, P.C. (2006). "Almacenamiento de mango seco: análisis físico-químico, microbiológico, color y sensorial." *Cienc. Tecnol. Aliment.* 5(3), 214-225.

Remington. (1987). *Farmacología*. Buenos Aires, Argentina, Editorial Panamericana, 17ª ed., 27-23 pp.

Rezende, M.C. and Fraga, R.G.S. (2003). Chemical and Aroma Determination of the Pulp and Seed of Murici (*Byrsonima crassifolia* L.). *J. Braz. Chem. Soc.*, 14(3), 425-428.

Rivero-Cruz J.F., Sánchez-Nieto, S., Benítez, G., Casimiro, X., Ibarra-Alvarado, C., Rojas-Molina A., & Rivero-Cruz, B. (2009). Antibacterial compounds isolated from *Byrsonima crassifolia*. *Rev. Latinoamer. Quím.* 37(2).

Rosales, B.A.C. (2010). *Estudio exploratorio de las plagas insectiles del follaje y fruto del nanche [Byrsonima crassifolia (L.) HBK] en la UAA-UANy Mecatán, Municipio de San Blas, Nayarit*. (Tesis inédita de Licenciatura). Universidad Autónoma de Nayarit. Nayarit.

Rufino M., Fernandes F., Alves R. & de Brito E. (2009). Free radical-scavenging behavior of some north-east Brazilian fruits in a DPPH system. *Food Chemistry*, 114, 693-695.

Sannomiya M., Fonseca V., Silva M., Rocha L., dos Santos L., Hiruma C., Souza A. & Vilegas W. (2005). Flavonoids and antiulcerogenic activity from *Byrsonima crassifolia* leaves extracts. *J Ethnopharmacol.*, 97, 1-6.

Sartippour M., Shao Z., Heber D., Perrin B., Zhang L., Liu C., Ellis L., Liu W., Liang G. V. & Brooks M. (2002). Green Tea Inhibits Vascular Endothelial Growth Factor (VEGF) Induction in Human Breast Cancer Cells. *The Journal of Nutrition*, 132, 2307-2311.

Silva E., Souza J., Rogez H., Rees J., & Larandelle Y., (2007). Antioxidant activities and polyphenolic contents of fifteen selected plant species from the Amazonian region. *J. Food Chem.* Vol., 101(3), 1012-1018.

Souza, J.N.S., Silva, E.M., Loir, A., Rees, J.F., Rogez, H., Larandelle, Y. (2008). Antioxidant capacity of four polyphenol-rich Amazonian plant extracts: A correlation study using chemical and biological *in vitro* assays. *Food Chem.* 106(1), 331-339.

USP (1995) The United States Pharmacopeia. "USP 23", The National Formulary "NF 18". United States Pharmacopeia Convention, Inc. U.S.A.

Velázquez de Klimo, I. (2006). *Guía Técnica Manejo Poscosecha de Nance (Byrsonima crassifolia (L.) HBK)*. Programa Nacional de Frutas del Salvador MAGFRUTAL ES. El Salvador: 1-15

Wolfram S., Raederstorff D., Preller M., Wang Y., Teixeira S., Riegger C. & Weber P. (2006). Epigallocatechin gallate supplementation alleviates diabetes in rodents. *J. Nutr.*, 136, 2512-2518.

Desinfección y regeneración eficiente de chayote in vitro (*Sechium edule* Jacq.Sw.).

Oscar Del Ángel, Gilber Vela, Araceli Rodríguez, Miguel Gómez y Hugo García

O. Del Ángel, G.Vela, A.Rodríguez, M.Gómez y H. García
Instituto Tecnológico Superior de Huatusco. Av. 25 Pte. No. 100 Col. Reserva Territorial. C.P. 94100.Huatusco, Veracruz, México.
Unidad de Investigación y Desarrollo en Alimentos. Instituto Tecnológico de Veracruz. Calz. Miguel Ángel de Quevedo 2779. C.P. 91897. Veracruz, México.
Facultad de Ciencias de la Nutrición y Alimentos. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Lib. Nte. Pte. No. 1150, Ciudad Universitaria. Col. Lajas Maciel. C.P. 29000, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.
Centro Universitario de la Ciénega. Universidad de Guadalajara. Av. Universidad No. 1115. Col. Lindavista. C.P. 47820. Ocotlán, Jalisco, México.
Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, Unidad Irapuato. Km. 9.6 Lib. Nte. Carretera León. C.P. 36821. Irapuato, Guanajuato, México.
oscardelangel.coronel@hotmail.com

M.Ramos.,V.Aguilera.,(eds.) Ciencias Agropecuarias, Handbook -©ECORFAN- Valle de Santiago, Guanajuato, 2014.

Abstract

A protocol for the preparation and disinfection of chayote buds and seed material with sodium hypochlorite was tested for *in vitro* culturing. We defined that a total active chlorine concentration of 1.2% provided complete sterilization of the explants in a few minutes, with high percentages of survival and regenerated plants after aseptic treatment of buds (ca. 73.7%) and seeds (ca. 90%). All buds and complete seed were regenerate defficiently in MS culture media with or without plant growth regulators after the disinfection treatment.

3 Introducción

El chayote (*Sechium edule* Jacq. Swartz) es un cultivo nativo de Mesoamérica que pertenece a la familia Cucurbitaceae. A nivel mundial México es el principal exportador (MBW, 2012) y el estado de Veracruz el mayor productor del país contribuyendo con más del 80% de su producción (SIAP, 2012). Los estudios que existen sobre esta especie en México y alrededor del mundo pueden agruparse básicamente en: (1) usos y propiedades bioquímicas (Aung *et al.*, 1990; Modgil *et al.*, 2004; Ordoñez *et al.*, 2006; (2) botánica, origen y distribución (Newstrom, 1991; Lira, 1996; Lira *et al.*, 1999; Lira & Caballero, 2002); (3) caracterización de genotipo y fenotipo (Mercado & Lira, 1994; Abdelnour & Rocha, 2008; Cadena *et al.*, 2008; Avendaño *et al.*, 2012); (4) fisiología y patología (Vargas, 1987; Valverde *et al.*, 1989; Bernal *et al.*, 2000; Montano, 2000; Abdelnour *et al.*, 2006; Cadena *et al.*, 2006; Baiswar *et al.*, 2008; Baiswar *et al.*, 2010), y (5) otros tópicos de interés (Albone *et al.*, 1984; Vernieri *et al.*, 1989; Piaggese *et al.*, 1997; Lombardi *et al.*, 2007).

Una de estas áreas que se ha explorado pobremente es la del cultivo *in vitro*. En este sentido, Somarribas *et al.* (1991) fueron pioneros en explorar el tema con *Sechium edule*, trabajando con la propagación de meristemos, ápices y segmentos de brotes, así como también fueron los primeros en estudiar y evaluar el efecto de tratamientos de desinfección, no obstante, sus resultados no fueron muy satisfactorios ya que reportan altos porcentajes de contaminación (73-85%), así como abundante formación de callo en todos los tratamientos, lo cual es una gran limitante para la propagación eficiente de chayote *in vitro*. Por otra parte, Abdelnour *et al.* (2002) presentaron un segundo enfoque para la propagación de brotes obtenidos a partir de yemas axilares y cotiledones. Adicionalmente, también exploraron algunos tratamientos de asepsia recomendando el hipoclorito de calcio como mejor agente desinfectante que el hipoclorito de sodio, pero aun con bajos porcentajes de regeneración, sugiriendo que las concentraciones utilizadas, el periodo de incubación o el producto mismo pudieron no haber sido apropiados para dicho propósito. En reportes más recientes Abdelnour *et al.* (2006) y Alvarenga *et al.* (2007) usaron hipoclorito de calcio al 4% pero con diferentes tiempos de desinfección (6 y 10 minutos respectivamente), sin embargo, estos autores no reportan el porcentaje de explantes vivos después de la asepsia y solo presentan resultados directos de sus tratamientos de regeneración sin considerar que el explante puede ser afectado por el procedimiento de desinfección –como fue observado previamente en nuestros experimentos con chayote-. Por lo que el paso inicial y aparentemente básico para obtener explantes viables y totalmente axénicos ha probado ser uno de los obstáculos más difíciles en el establecimiento *in vitro* del cultivo de chayote.

Por lo tanto, el objetivo del presente estudio fue desarrollar un protocolo para preparar explantes de chayote totalmente asépticos que puedan ser regenerados eficientemente mediante cultivo *in vitro* ya sea por embrión cigótico o por organogénesis directa de yemas.

3.1 Materiales y métodos

Material vegetal: Los frutos y plántulas de chayote utilizadas se colectaron alrededor de las 7:00 am en huertos del municipio de Huatusco, Veracruz. Todo el material vegetal fue transportado a laboratorio dentro de un lapso de 3 horas, conservando las plántulas en agua purificada y hielo con 10 gotas de cloro comercial por litro. Las plántulas consistieron de tallos completos, de aproximadamente un mes de edad y cada uno con cuatro a seis yemas –apical y axilares-, mientras que para el tratamiento con frutos éstos se cosecharon entre los 18 y 22 días post-antesis y se utilizó la semilla completa y madura (ya sea desnuda o recubierta con pulpa y testa).

Tratamiento de asepsia: Se determinó *a priori* una solución de desinfección con 1.2% de hipoclorito de sodio –NaOCl- (aproximadamente 20% de cloro comercial), 0.1% de Tween 20^{MR} y 79.9% de agua destilada desionizadaestéril. Todos lo explantes (semillas y yemas) fueron evaluados en esta solución usando tres tiempos de exposición (5, 15, y 25 minutos) con o sin aplicación de vacío (600 mmHg) y con agitación constante a 100 rpm, como se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3. Arreglo de tratamientos para la desinfección de explantes.

Vacío	Explante	Tiempo de desinfección (min)	No. Explantes usados*
Si (600 mmHg)	-	5	16
	-	15	16
	Semillas cubiertas	25	16
	-	5	16
	-	15	16
	Semillas desnudas	25	16
	-Yemas	5	11
	-Yemas	15	11
	-Yemas	25	11
	-	5	16
	-	15	16
	Semillas cubiertas	25	16
No	-	5	16
	-	15	16
	Semillas desnudas	25	16
	-Yemas	5	11
	-Yemas	15	11
	-Yemas	25	11

*Se evaluaron tres repeticiones de este diseño experimental.

Antes de los tratamientos la superficie de los frutos fue lavada con detergente líquido y agua potable. Posteriormente se les extrajo la semilla ya sea en forma desnuda (sin testa ni mesocarpio) o cubierta (incluyendo la testa y aproximadamente 10 mm de mesocarpio). Éstas se colocaron en etanol 70% por tres minutos y posteriormente se sumergieron en la solución desinfectante. Después del tratamiento, las semillas se lavaron tres veces con agua destilada desionizada estéril bajo condiciones axénicas en campana de flujo laminar horizontal y luego fueron colocadas en frascos con 50 mL de medio MS con vitaminas (Murashigue & Skoog, 1962) complementado con 3% de sacarosa y 0.25% de Phytigel^{MR}, e incubadas por dos semanas a $25\pm 1^\circ\text{C}$ con 16 h de fotoperiodo para observar el porcentaje de germinación de semillas vía embrión cigótico.

Para la desinfección de yemas, la unidad experimental fue de una plántula completa proveniente de campo con cuatro a seis yemas cada una. En total se usaron 33 plántulas agrupadas en tres bloques de 11 unidades cada uno, a los cuales se les asignó un tiempo de exposición a la solución desinfectante. Este mismo arreglo se aplicó para el tratamiento de vacío. Las yemas contenidas en cada plántula fueron disectadas con bisturí a una distancia de cinco milímetros arriba y debajo del entrenudo. Posteriormente fueron colocadas en etanol 70% y desinfectadas como se describe arriba. Después del tratamiento las yemas se colocaron en cajas Petri (100x15 mm) con 20 mL de medio MS con vitaminas y se incubaron por dos semanas bajo las mismas condiciones señaladas anteriormente. En forma complementaria, las yemas fueron probadas bajo dos condiciones: (1) usando como tratamiento testigo el medio MS con vitaminas, suplementado con 3% de sacarosa, 0.25% de Phytigel^{MR}, y el medio descrito por Abdelnour *et al.* (2002) con algunas modificaciones, conteniendo MS con vitaminas, 3.5% de sacarosa, BAP ($0.1\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$) y 0.25% de Phytigel^{MR}. La unidad experimental fue de un frasco con tres a cuatro yemas, las cuales fueron incubadas bajo las mismas condiciones señaladas anteriormente y el experimento completo se repitió dos veces.

Diseño experimental: El experimento se ajustó a un diseño experimental en bloques completos al azar con tres repeticiones. Los resultados fueron analizados mediante análisis de varianza (ANOVA) usando el modelo general lineal a través del comando “proc glm” del programa estadístico de computo SAS V.8.0, y prueba de rango múltiple de Duncan a $P\leq 0.05$ para la comparación de medias.

3.2 Resultados y discusión

En un primer bloque, frutos de chayote fueron lavados y disectados bajo condiciones asépticas hasta obtener 48 semillas libres de daños, sin testa y mesocarpio. Debido a que el embrión cigótico se necesitó para evaluar el porcentaje de germinación, éste no fue removido para evitar daños al tejido completo. Las semillas extraídas fueron sumergidas de inmediato en una solución de etanol 70% y luego en la solución de desinfección usando tres tiempos de exposición (5, 15 y 25 minutos) con o sin vacío y en agitación constante. Después del tratamiento de esterilización las semillas fueron cultivadas y mantenidas en cámara de incubación por dos semanas a $25^\circ\pm 1^\circ\text{C}$ y 16 horas de fotoperiodo. Durante este tiempo no se observó ninguna contaminación por patógenos en ningún tratamiento, incluyendo vacío. Sin embargo, en ambos casos el porcentaje de supervivencia de semilla fue muy baja (0.4% en promedio).

En relación a los tiempos de exposición a la solución desinfectante, el mayor porcentaje de supervivencia fue de 10% obtenido después de cinco minutos de tratamiento y sin usar vacío. Este problema a supervivencia fue relacionado principalmente a los efectos de toxicidad causados por el hipoclorito de sodio, seguido por el tiempo de exposición y el explante mismo, lo cual causó problemas de blanqueo y destrucción superficial del tejido debido a la acumulación de especies reactivas del oxígeno, las cuales causan un estrés oxidativo como señala Benson (2000). Para los tratamientos con vacío se observó un incremento en los efectos del blanqueo. De acuerdo con varios autores (Abdul, 1974; Abdelnour *et al.*, 2002; Sugii, 2011), el hipoclorito de sodio es un producto recomendado normalmente para la desinfección *in vitro* de explantes, pero para algunas especies este compuesto puede ser tóxico. Además, también han reportado que las semillas esterilizadas con NaOCl pueden retener suficientes cantidades del agente reactivo como para interferir con la germinación y que, aun lavando el tejido varias veces con agua no se elimina por completo, de esta manera, el cloro residual es absorbido por el tejido y probablemente induce la decarboxilación de ácidos orgánicos, tales como aminoácidos, vitamina C, compuestos fenólicos, flavonoides y AIA. Este efecto está estrechamente relacionado con la duración del tratamiento de asepsia y el contenido de materia orgánica, más que con la concentración del hipoclorito de sodio en sí misma.

Se ha reportado previamente en varias especies que el cultivo de óvulos intactos previene los daños al embrión durante el tratamiento de desinfección (Bhojjwani & Razdan, 1983; Evans *et al.*, 1986), tomando ésta evidencia, se aplicó el mismo tratamiento usando otro bloque de semillas cubiertas con la testa y una porción de mesocarpio. Después del tratamiento de asepsia, la testa y mesocarpio se eliminaron para extraer la semilla desnuda y cultivarla directamente en medio MS. Para este ensayo no hubo diferencia significativa entre la aplicación o no de vacío, obteniendo resultados muy favorables con un 90% de germinación de semillas *in vitro* dentro de un periodo de dos semanas (ver Figura 1). Las plántulas obtenidas crecieron completamente saludables y no mostraron ningún efecto de blanqueo ni toxicidad por el hipoclorito de sodio. El 10% de semillas no germinadas permaneció en estado latente, aunque esto parece estar más relacionado con el desarrollo de la semilla que con los daños por toxicidad. Estos hallazgos son relevantes debido a que ningún estudio hasta el momento ha reportado valores similares de germinación y/o tiempos de regeneración, así como el protocolo para desinfección de chayote usado aquí. En este sentido, la mejor aproximación a nuestro trabajo es la presentada por Alvarenga *et al.* (2007) quienes reportaron el aislamiento y desinfección de semillas maduras de chayote usando una solución de hipoclorito de calcio (4%) y Tween 20^{MR} durante 20 minutos, no obstante, los autores no especifican el número de explantes que sobrevivieron al tratamiento de asepsia y solo hacen mención de haber seleccionado los explantes en buena condición física y fisiológica para sus experimentos.

Figura 3. Germinación *in vitro* después de la aplicación del tratamiento de desinfección a semillas de chayote.



De manera adicional, también se exploró si el medio MS con vitaminas y reguladores de crecimiento ($BAP = 0.1 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$) puede aumentar la eficiencia de germinación después de los tratamientos. Después de cuatro semanas no se obtuvieron diferencias significativas entre el porcentaje de germinación, así como el desarrollo de plántulas a partir de las semillas cultivadas en MS con y sin hormonas. Por tal motivo y para propósitos de germinación *in vitro* de chayote la aplicación de reguladores de crecimiento en el medio de cultivo es innecesaria. Estos resultados difieren de los reportados previamente por Somarribas *et al.* (1991) y Abdelnour *et al.* (2002) quienes sugieren que los reguladores de crecimiento son necesarios para alcanzar una regeneración efectiva de explantes de chayote cultivados *in vitro*, no obstante, existe la posibilidad de que los resultados de estos autores hayan sido afectados por sus tratamientos de desinfección, en tal caso, el uso de hormonas vegetales sería requerido para reactivar nuevamente el tejido dañado.

Para la desinfección de yemas el experimento se corrió usando las mismas condiciones empleadas para semillas. Los resultados de este ensayo se presentan en la Tabla 3.1.

Tabla 3.1 Efecto del tratamiento de asepsia en yemas de chayote provenientes de campo.

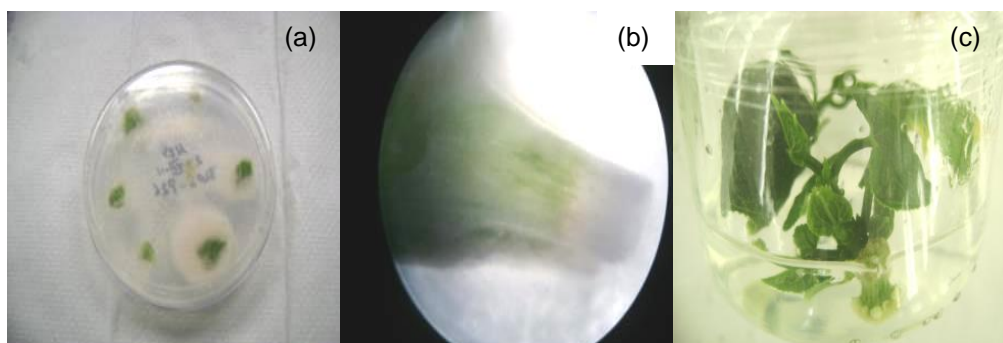
Variable (%)	Tiempo de desinfección (min.)*		
	5	15	25
Yemas vivas	98.4 ^a	100 ^b	97.9 ^a
Yemas sin ningún daño	73.7 ^a	60.5 ^{ab}	57.9 ^b
Yemas contaminadas	17.5 ^a	4.5 ^b	4.5 ^b
Yemas blanqueadas	24.7 ^b	39.4 ^b	40.0 ^a
Yemas con brotes	2.0 ^a	1.1 ^a	1.4 ^a
No. de brotes por yema	1.4 ^a	1.1 ^a	1.3 ^a
Yemas con callo	0.2 ^a	0.1 ^a	0.6 ^a

*Medias con la misma letra en cada fila no son significativamente diferentes de acuerdo a la prueba de rango múltiple de Duncan ($P \leq 0.05$).

De acuerdo a los resultados del ANOVA, no se encontraron diferencias significativas entre los tiempos de desinfección de 15 y 25 minutos, siendo estos tratamientos los más eficientes para el cultivo axénico de explantes de chayote con muy bajos porcentajes de contaminación (4.5%); sin embargo, después de una semanas de cultivo estos tratamientos también mostraron mayor incidencia de explantes blanqueados y/o brotes débiles (ver Figura 3.1).

Mientras que el tratamiento con el tiempo de exposición de cinco minutos permitió obtener un mayor número de yemas totalmente sanas (73.7%).

Figura 3.1 Yemas de chayote contaminada (a), blanqueada (b) y regenerando (c).



Estos resultados fueron superiores a los reportados por Alvarenga *et al.* (2002) quienes evaluaron tres tratamientos de desinfección en brotes vegetativos de chayote usando hipoclorito de sodio (2.5%) por seis minutos, hipoclorito de calcio (4%) por seis minutos y Xilol (11%) por 30 minutos, reportando porcentajes supervivencia y regeneración de explantes en el orden del 22%, 49% y 23% respectivamente. De manera similar Abdelnour *et al.* (2006) ensayaron con hipoclorito de calcio (4%) por seis minutos para desinfectar meristemos de chayotes y obtuvieron un porcentaje de regeneración del 23% en MS sin hormonas. Para corroborar esto, se ensayaron varios tiempos de desinfección así como diferentes concentraciones de NaOCl, incluyendo las usadas por Alvarenga *et al.* (2002), y en todos los casos se observó que a mayores porcentajes de hipoclorito de sodio se ocasionaban mayores daños o muerte debido a los efectos de blanqueo casi inmediatamente después de la aplicación (datos no mostrados). Como observación adicional, los explantes de mayor edad fisiológica (especialmente los que presentan el tallo hueco) fueron muy susceptibles a los efectos de blanqueo en todos los casos.

3.3 Conclusiones

El uso de hipoclorito de sodio al 1.2% probó ser una concentración conveniente para la desinfección de yemas y semillas de chayote provenientes de campo, sin embargo, para futuros trabajos se recomienda usar el protocolo de desinfección de semillas con testa y mesocarpio presentado aquí y posteriormente obtener plántulas germinadas *in vitro* como una mejor fuente de material vegetal aséptico (brotes, yemas o meristemos). El medio de cultivo para tal propósito puede ser empleado sin el uso de hormonas vegetales ya que estas no son requeridas cuando el tratamiento de asepsia no resulta tóxico. El protocolo descrito aquí ha sido aplicado rutinariamente en nuestro laboratorio debido a que permite obtener explantes asépticos en forma segura, eficiente y económica, para los diversos experimentos de cultivo de tejidos e ingeniería genética en chayote.

3.5 Referencias

- Abdelnour, A., Ramírez, C. & Engelmann, F. (2002). Micropropagación del chayote (*Sechium edule* Jacq. Sw) a partir de brotes vegetativos. *Agron Mesoam*, 13:147-151.
- Abdelnour, A. & Rocha, O.J. (2008). Genetic characterization of a collection of chayote, *Sechium edule* (Jacq.) Swartz, in Costa Rica by using isozyme markers. *Genet. Resour. Crop. Evol.*, 55:163-170. doi: 10.1007/s10722-007-9225-6
- Abdelnour-Esquivel, A., Bermudes, L.C., Alvarenga, S. & Rivera, C. (2006). Cultivo de meristemas, termo y quimioterapia en chayote (*Sechium edule* Jacq. Sw.) para la erradicación del virus mosaico del chayote (ChMV). *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología*, 77:17-23.
- Abdul-Baki, A.A. (1974). Pitfalls in using sodium hypochlorite as a seed disinfectant in ¹⁴C incorporation studies. *Plant Physiol.*, 53:768-771.
- Albone, K.S., Gaskin, P., MacMillan, J. & Sponsel, V.M. (1984). Identification and localization of gibberellins in maturing seeds of the cucurbit *Sechium edule*, and a comparison between this cucurbit and the legume *Phaseolus coccineus*. *Planta*, 162:560-565.
- Alvarenga, V.S., Abdelnour, E.A. & Villalobos, A.V. (2007). Conservación *in vitro* de chayote (*Sechium edule*). *Agron Mesoam* 18:65-73.
- Aung, L.H., Ball, A. & Kishad, M. (1990). Developmental and nutritional aspects of chayote (*Sechium edule*, Cucurbitaceae). *Econ. Bot.*, 44:157-164.
- Avendaño-Arrazate, C.H., Cadena-Iñiguez, J., Arévalo-Galarza, M.L., Cisneros-Solano, V.M., Aguirre-Medina, J.F., Moreno-Pérez, E.C., Cortés-Cruz, M., Castillo-Martínez, C.R. & Ramírez-Vallejo, P. (2012). Variación genética en el complejo infraespecífico de chayote evaluada mediante sistemas isoenzimáticos. *Pesqui. Agropecu. Bras.*, 47:244-252.
- Baiswar, P., Chandra, S. & Ngachan, S.V. (2008). Powdery mildew on *Sechium edule* in India. *Australasian Plant Disease Notes*, 3:160-161.
- Baiswar, P., Chandra, S. & Ngachan, S.V. (2010). *Pseudoperonospora cubensis* on *Sechium edule* in India. *Australasian Plant Disease Notes*, 5:3-4.
- Benson, E.E. (2000). Special symposium: *In vitro* plant recalcitrance do free radicals have a role in plant tissue culture recalcitrance? *In Vitro Cell Dev. Biol. – Planta*, 36:163-170.
- Bernal, J.J., Jiménez, I., Moreno, M., Hord, M., Rivera, C., Koenig, R. & Rodríguez-Crezo, E. (2000). *Chayote mosaic virus*, a new tymovirus infecting Cucurbitaceae. *Phytopatology*, 90:1098-1104.

Bhojwani, S.S. & Razdan, M.K. (1983). Plant tissue culture: theory and practice. Developments in crop sciences Vol 5. Elsevier Science Publishers B.V. Amsterdam, Netherlands.

Cadena-Iñiguez, J., Arévalo-Galarza, L., Ruis-Posadas, L.M., Aguirre-Medina, J.F., Soto-Hernández, M., Luna-Cavazos, M. & Zavaleta-Mancera, H.A. (2006). Quality evaluation and influence of 1-MCP on *Sechium edule* (Jacq.) Sw. fruit during postharvest. *Postharvest Biol. and Technol.*, 40:170-176. doi: 10.1016/j.postharvbio.2005.12.013

Cadena-Iñiguez, J., Avendaño-Arrazate, C.H., Soto-Hernández, M., Ruiz-Posadas, L.M., Aguirre-Medina, J.F. & Arevalo-Galarza, L. (2008). Intraspecific variation of *Sechium edule* (Jacq.) Sw. in the state of Veracruz, Mexico. *Genet. Resour. Crop Evol.*, 55:835-847. doi: 10.1007/s10722-007-9288-4

Evans, D.A., Sharp, W.R. & Ammirato, P.V. (1986). Handbook of plant cell culture: techniques and applications. Vol 4. Macmillan Publishing Company. New York, USA. 698 pp.

Lira, S.R. (1996). Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. 8. Chayote. *Sechium edule* (Jacq.) Sw. International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy.

Lira, R., Castrejon, J., Zamudio, S. & Rojas, Z.C. (1999). Propuesta de ubicación taxonómica para chayotes silvestres (*Sechium edule*, Cucurbitaceae) de México. *Acta Botanica Mexicana*, 49:47-61.

Lira, R. & Caballero, J. (2002). Ethnobotany of the wild Mexican cucurbitaceae. *Economic Botany*, 56:380-398.

Lombardi, L., Casani, S., Ceccarelli, N., Galleschi, L., Picciarelli, P. & Lorenzi, R. (2007).

Programmed cell death of the nucellus during *Sechium edule* Sw. seed development is associated with activation of caspase-like proteases. *J. Exp. Bot.*, 58:2949-2958. doi: 10.1093/jxb/erm137

MBW (2012, 9 de Octubre) México lidera producción de nopal y chayote. Mexican Business Web Newsletter. Recuperado de: <http://www.mexicanbusinessweb.mx/sectores-productivos-de-mexico/agropecuario/mexico-lidera-produccion-de-nopal-y-chayote/>

Mercado, P. & Lira, R. (1994). Contribución al conocimiento de los números cromosómicos de los géneros *Sechium* P. BR. Y *Sicana* NAUDIN (Cucurbitaceae). *Acta Bot. Mexic.*, 27:7-13.

Modgil, M., Modgil, R. & Kumar, R. (2004). Carbohydrate and mineral content of chayote (*Sechium edule*) and bottle gourd (*Lageneria siceraria*). *J. Hum. Ecol.*, 15:157-159.

Montano, H.G. (2000). Identification and phylogenetic analysis of a new phytoplasma from diseased chayote in Brazil. *Plant Disease*, 84:429-436.

Murashige, T. & Skoog, F. (1962). A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. *Physiol. Plant*, 15:473-497.

Newstrom, L.E. (1991). Evidence for the origin of chayote *Sechium edule* (Cucurbitaceae). *Econ. Bot.*, 45:410-428.

Ordoñez, A.A.L., Gómez, J.D., Vattuone, M.A. & Isla, M.I. (2006). Antioxidant activities of *Sechium edule* (Jacq.) Swartz extracts. *Food Chem.*, 97:452-458. doi: 10.1016/j.foodchem.2005.05.024

Piaggese, A., Picciarelli, P., Ceccarelli, N. & Lorenzi, R. (1997). Cytokinin biosynthesis in endosperm of *Sechium edule* Sw. *Plant Sci.*, 129:131-140.

SIAP. (2012, 9 de Octubre). Base de datos de Producción anualizada de cultivos agrícolas. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Recuperado de: http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=10&Itemid=15

Somarribas, G., Sandoval, J., & Müller, L. (1991). Propagación vegetativa *in vitro* de chayote (*Sechium edule* (Jacq.) Sw.). Fase de establecimiento. *Turrialba*, 41(4):538-544.

Sugii, N.C. (2011). The establishment of axenic seed and embryo cultures of endangered Hawaiian plant species: special review of disinfection protocols. *In Vitro Cell Dev. Biol. – Plant*, 47:157-169. doi: 10.1007/s11627-010-9324-5

Valverde, E., Sánchez, M.V. & Vargas, E. (1989). Estudios preliminares sobre la conservación de la fruta de chayote (*Sechium edule*) después de la cosecha. *Agronomía Costarricense*, 13:25-33.

Vargas, E. (1987). La vejiga del fruto, una nueva enfermedad del chayote (*Sechium edule* L.). *Agronomía Costarricense*, 12:123-126.

Vernieri, P., Perata, P., Lorenzi, R., Ceccarelli, N. (1989). Abscisic acid levels during early seed development in *Sechium edule* Sw. *Plant Physiol* 91: 1351-1355.x

Valuación in vitro de la actividad de fagocitosis e inducción de apoptosis en neutrófilos bovinos frente a *S. Aureus* capsular mediante microscopía de campo claro y epifluorescencia

Valente Velázquez, Montoya García, Valladares Carranza, Castañeda Vázquez, y Hernández Beltrán

V. Velázquez, N. Montoya, B. Valladares, H. Castañeda y A. Hernández.
Universidad Estatal de Sonora (UES), Carrera de Comercio Internacional. Ley Federal del Trabajo s/n,
Colonia Apolo, Hermosillo, Sonora, México, CP 83100.
luisim00@hotmail.com

M.Ramos., V.Aguilera., (eds.) Ciencias Agropecuarias, Handbook -©ECORFAN- Valle de Santiago,
Guanajuato, 2014.

Abstract

Neutrophils (PMN), is the first cellular defense line in bovine mastitis, *S. aureus* expressing the capsular exopolysaccharide is considered a virulence factor. The effect of the capsule on *S. aureus* phagocytosis and PMN apoptosis in vitro was evaluated in dairy cattle. The neutrophil phagocytosis index (PI) and apoptosis was evaluated by the methods of light microscopy stained with May Grünwald -Giemsa and epifluorescence staining with ethidium bromide and acridine orange. The results obtained for the PI for light microscopy were compact strain CC 6.06 ± 0.32 , capsular strain CP5 5.06 ± 0.16 ($p < 0.05$). PI values by epifluorescence technique was: CC 7.51 ± 0.54 and CP5 5.12 ± 0.55 ($p < 0.05$). The percentage of apoptosis induction evaluated by light microscopy was: Positive Control C (+) 97.56 ± 1.47 , Control negative C(-) 27.08 ± 2.18 , CC 35.11 ± 2.87 and CP5 53.01 ± 8.03 ($p < 0.05$). The Apoptosis values using epifluorescent technique were: C(+) 95.47 ± 3.07 , C(-) 20.39 ± 2.00 , CC 26.47 ± 1.42 and CP5 46.90 ± 5.82 ($p < 0.05$). There were differences in the activity of in vitro phagocytosis between compact and diffuse capsular *S. aureus* types and its ability to induce apoptosis of bovine neutrophils.

4 Introducción

El *S. aureus* principal agente causal de la mastitis bovina, debido a los factores de virulencia del agente que acentúa el proceso inflamatorio en la glándula mamaria. La expresión de exopolisacáridos capsular es un factor asociado a la evasión del sistema inmune innato del hospedador. De los 11 tipos capsulares identificados en el ganado lechero con mastitis, de ellos los serotipos 5 y 8 son los más prevalentes (Lee et al., 2005; Verdier et al., 2007). La migración de los neutrófilos (PMN) en la glándula mamaria constituye la primera línea de defensa celular frente a patógenos por el proceso de fagocitosis durante el desarrollo de la mastitis desempeñando un papel crucial en la resistencia a la infección (Paape et al., 2003). La apoptosis ocurre al activarse los mecanismos de inactivación de después de la fagocitosis por neutrófilos, limitando limitando el daño tisular (Elbim y Lizard, 2009).

Durante el proceso de apoptosis se llevan a cabo diferentes procesos que pueden evaluarse en condiciones in vitro mediante diversos ensayos. Algunos se basan en la observación de los cambios morfológicos en las células: condensación nuclear, asperación de la membrana plasmática y formación de cuerpos apoptóticos. Otros métodos evalúan la: pérdida del potencial de membrana mitocondrial, fragmentación del ADN, activación de las vías de las caspasas y la translocación de fosfatidilserina. Estos procesos pueden ser evaluados mediante por microscopía de campo claro y epifluorescencia, Western blotting, microscopía electrónica y citometría de flujo (Dorward, et al., 2014)

El objetivo de este estudio fue determinar la actividad de fagocitosis e inducción de apoptosis in vitro de neutrófilos de bovinos lecheros frente a *S. aureus* de tipo capsular en evaluados bajo microscopía de campo claro y epifluorescencia.

4.1 Método

Grupo de animales

El grupo de animales donadores se integró con 3 vacas con un periodo pos partum en promedio de 121 días (Van Oostvelt et al., 2001). Los criterios de inclusión al grupo de estudio fueron: serología negativa a anticuerpos anti *S. aureus* tipo capsular 5 y 8 (Karakawa et al., 1985), conteos celulares somáticos en leche de 200×10^3 células/ml (Echeverri et al., 2010), bacteriológicamente negativas a 3 muestreos consecutivos a *Staphylococcus aureus* y negativas a la prueba de california (Capuco et al., 1986). La leche se obtuvo mediante un sistema de ordeño mecánico y un protocolo de buenas prácticas de manejo e higiene. Durante el estudio las vacas se mantuvieron en condiciones adecuadas en consideración a las normas oficiales mexicanas NOM-052-ZOO 1995 y NOM 062-ZOO 1999.

Diseño del experimento

Para evaluar la actividad de fagocitosis de los PMN bovinos se emplearon dos grupos experimentales, considerados como tratamiento y controles los tipos capsulares compactos CC y difusos de *S. aureus* agrupados como: CC neutrófilos + cepas compactas de *S. aureus*, CP5 neutrófilos + cepa capsular 5. En los ensayos de inducción de apoptosis se empleó un control positivo C(+) neutrófilos + ciclofosfamida ($400\mu\text{g}/100\mu\text{l}$) y un control negativo C(-) integrado por la suspensión de neutrófilos. Los ensayos in vitro se realizaron por triplicado para evaluar el Índice de Fagocitosis (IF), y Apoptosis se emplearon 2 cepas para CC y 4 para CP5. Se emplearon cepas de campo de *S. aureus* aisladas de vacas con mastitis (García, 2013), previamente conservadas a -20°C en glicerol en caldo de infusión cerebro corazón (BHI) con glicerol al 25% (Tollersrud et al., 2000). La expresión de la cápsula in vitro se llevó a cabo en el medio de infusión cerebro corazón adicionado al 10 % con suero de leche incubado durante 24hr (Sutra et al., 1990). El tipo capsular se confirmó mediante la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) y seroaglutinación en placa con un antisuero policlonal de conejo anti-CP5 comparados con las cepas de control ATCCC ATCC 12598 y ATCC 25904

Aislamiento de neutrófilos

A partir de una muestra de sangre bovina por venopunción de la vena yugular depositada en tubos de recolección al vacío (Vacutainer, Becton Dickison, USA) con heparina como anticoagulante (Worku et al., 1994). Se determinó el conteo diferencial de leucocitos por el método hematológico empleando un hemocitómetro, y la tinción de Giemsa Los neutrófilos (PMN) se aislaron mediante por el método de lisis hipotónica de eritrocitos (LHE) (Velázquez et al., 2008). Las muestras de sangre se centrifugaron a 1000g a 4°C por 20 minutos en tubos cónicos de propileno, para descartar plasma. La lisis de eritrocitos se realizó en tubos de plástico de 15 ml durante adicionados con 8ml de solución A a 4°C (NaCl, 0.020 M), y 4ml de sangre expuesta durante 30 segundos. Posteriormente se agregaron 2 ml de solución B a 4°C (NaCl, 0.164 M) para centrifugarce a 300g por 3 minutos. Se recuperó el pellet de células y se lavó dos veces en solución balanceada Hank para finalmente resuspenderce en el medio RPMI 1640. La concentración de neutrófilos de ajustó a una concentración de 2.5×10^6 céls viables/ml.

La viabilidad de los neutrófilos se determinó empleando el método de exclusión de azul de tripán al 4%. La pureza de neutrófilos maduros se observó en un frotis celular en un portaobjetos, teñido con May Grünwald-Giemsa (Salgar et al., 1991). Tanto la pureza como la viabilidad de los PMN se estimó al 95%.

Microscopía de campo claro

Para determinar la actividad de fagocitosis in vitro se empleó como sustrato una suspensión bacteriana inactivada a 120°C durante 20 minutos ajustada a 2×10^8 CFU/ml conservada a 4°C hasta el momento de su uso. Se colocó en una proporción 1:10 neutrófilo: bacteria (Sutra et al., 1990a). En un microtubo se adicionó 0.1ml de la suspensión bacteriana, 0.1ml de suero autólogo inactivado a 56°C y 0.8ml de suspensión de neutrófilos. Las muestras se incubaron a 37°C durante 1 hr, posteriormente se le adicionó lisostafina (1µg/ml, SIGMA, USA) y se reincubaron por 30 minutos finalmente se realizó un frotis que se tiñó con May Grünwald-Giemsa y se observó en el microscopio óptico. La actividad de fagocitosis in vitro se evaluó a partir del IFN determinado por el número promedio de bacterias fagocitadas por neutrófilo, después de observar y contar 200 células en diferentes campos microscópicos. La evaluación de la apoptosis in vitro de los neutrófilos aislados de vacas lecheras, se realizó a partir de un frotis teñido con May Grünwald-Giemsa, las muestras se observaron en el microscopio de campo claro 100x analizando diferentes campos para enumerar 200 neutrófilos por muestra de acuerdo a las características morfológicas descritas por Sladek y Rysanek (2000).

Microscopía de epifluorescencia

Como sustrato para el ensayo de fagocitosis in vitro, observado en el microscopio de fluorescencia se empleó una suspensión bacteriana inactivada de *S. aureus*, ajustada a 2×10^8 CFU/ml y conjugada con isotiocianato de fluoresceína. La observación bajo el microscopio de epifluorescencia para determinar la apoptosis se realizó a partir de una solución de Bromuro de Etidio (100 µg/ml) (PROMEGA, Madison USA) y Naranja de Acridina (100 µg/ml). A 100 µl de muestra se le adicionó 8 µl de ambos reactivos. El número total de PMN apoptóticos se determinó por el número de células que presentaban cromatina color verde brillante y una condensación o fragmentación nuclear y el número de PMN que tenían una cromatina color naranja brillante con condensación o fragmentación nuclear. Las células con cromatina verde brillante y estructura organizada se consideraron células viables mientras que las células necróticas se caracterizaron por presentar una coloración anaranjada brillante y estructura organizada (McGahon et al., 1995).

Evaluación de resultados

A partir del índice del IF de los tratamientos, comparados con el control, se determinó la media y desviación estándar. Para evaluar las diferencias de la actividad de fagocitosis e inducción de apoptosis entre los tratamientos y el grupo control se realizó una prueba de análisis de varianza y una prueba de t-student para comparar las medias de los tratamientos utilizando el programa GraphPad Prism 5.01 (GraphPad Software Inc. USA).

4.2 Resultados y discusión

En el estudio se evaluó la actividad de fagocitosis e inducción de apoptosis con cepas de *S. aureus* tipo compacto y capsular sobre PMN bovinos empleando las técnicas de microscopía de campo claro y epifluorescencia. Los valores en el ensayo in vitro para evaluar el índice de fagocitosis (IF) de los PMN con la técnica de microscopía de campo claro fueron, para el tipo CC 6.06 ± 0.32 , CP5 5.06 ± 0.16 ($P < 0.05$) (Gráfica 1). La evaluación de la inducción de la apoptosis expresada en porcentaje al considerar las características morfológicas cariopícnosis, zeiosis, fragmentación nuclear y formación de cuerpos apoptóticos, apreciadas en los frotis teñidos con May Grünwald-Giemsa fueron: control positivo C(+) 97.56 ± 1.42 , control negativo C(-) 27.08 ± 2.18 , CC 35.11 ± 2.87 , CP5 53.01 ± 8.03 ($p < 0,05$) (Gráfica 2).

En microscopía de epifluorescencia el IF para los diferentes grupos fue: CC 7.51 ± 0.54 , CP5 5.12 ± 0.55 ($p < 0.05$) (Gráfica 1). La evaluación de la inducción de la apoptosis (Figura 1) mediante la técnica de epifluorescencia, observada en frotis húmedo teñidos con bromuro de etidio y naranja de acridina fue: C(+) 95.42 ± 3.07 , C(-) 20.39 ± 2.00 , CC 26.47 ± 1.42 , CP5 46.90 ± 5.82 ($p < 0,05$) (Gráfica 2). Al realizar los ensayos in vitro se observó que *S. aureus* tipo capsular 5 induce in vitro una mayor proporción de apoptosis y un menor índice de fagocitosis en los PMN en comparación con el CC y el CP (Montoya 2013). Estas evidencias sugieren una mayor patogenicidad de CP 5 para la infección por *S. aureus* al ocurrir la mastitis asociada al CP5 y CP8 relacionados con la sobrevivencia intracelular del agente en los neutrófilos (Velázquez et al., 2012). Por otra parte la actividad de fagocitosis de los PMN en condiciones in vivo, puede ser influida por las opsoninas presentes en la leche y el tejido glandular mamario al sufrir la infección. Sin embargo ante la presencia del exopolisacárido capsular del *S. aureus*, se interfieren los receptores de opsoninas como el complemento presentes en la pared bacteriana, evitando el sitio de unión y con ello la disminución sustancial de la fagocitosis bacteriana por los PMN (Guidry et al., 1991; Cunnion et al., 2001; Luong y Lee, 2002). Lo anterior puede explicar las diferencias obtenidas en el IF entre CC y CP5 en el presente estudio, una característica importante de la virulencia de *S. aureus* es la inducción de la apoptosis, la cual reduce la eficacia en la actividad microbicida de los neutrófilos aislados de sangre humana (Nilsdotter-Augustinsson et al., 2004). En el estudio la presencia de CP5 indujo en mayor proporción de apoptosis en comparación con la CP tipo compacto.

Los resultados obtenidos en el estudio indican que las cepas capsulares son más patógenas al ser expuestas en los ensayos de fagocitos in vitro por la inducción de apoptosis. Es posible que las evidencias obtenidas a través de los ensayos in vitro de fagocitosis e inducción de apoptosis, puedan explicar la capacidad del *S. aureus* para incrementar la persistencia de la infección en la glándula mamaria durante la mastitis. Esta situación puede explicar los mecanismos de patogénesis de la infección de los serotipos capsulares durante el desarrollo de la mastitis *S. aureus* del ganado lechero (Fattom, et al., 1998).

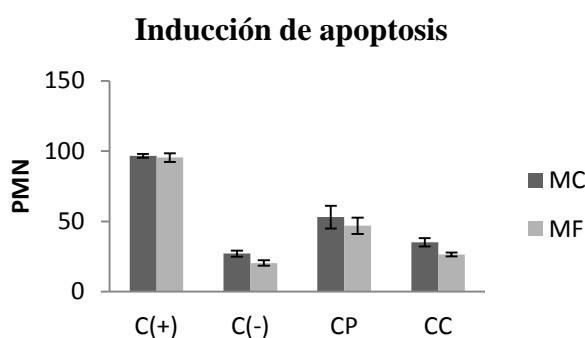
La técnica de microscopía de campo claro empleada en la observación de frotis teñidos con May Grünwald-Giemsa permitió la identificación de PMN maduros y la observación de los cambios inducidos por la apoptosis temprana y tardía en los leucocitos; permitió observar los estadios de apoptosis temprana caracterizados por cariopícnosis y zeiosis.

Mientras que los PMN con un proceso de apoptosis avanzada mostrarán fragmentación nuclear o la formación de cuerpos apoptóticos similares a los descritos por Sladek y Rysanek (2000). El empleo del isotiocinato de fluoresceína en los ensayos in vitro de fagocitosis favoreció la tinción de las bacterias para ser observadas y contabilizadas al interior de los PMN (Sutra et al., 1990b). Así mismo mediante la técnica de epifluorescencia empleada en la observación de los frotis húmedos teñidos con bromuro de etidio y naranja de acridina, fue posible identificar las características estructurales de los PMN propias de la apoptosis: condensación y fragmentación nuclear, formación de cuerpos apoptóticos. (OTRO). Estos fluorocromos hacen posible la diferenciación de las células que muestran una apoptosis temprana y tardía. Las células de color verdoso brillante y la alta condensación o fragmentación del núcleo se consideraron con apoptosis temprana. A diferencia de los cambios mostrados por la apoptosis tardía que presentaron cromatina de color naranja con una condensación o fragmentación, con un citoplasma ligeramente naranja (McGahon et al., 1995).

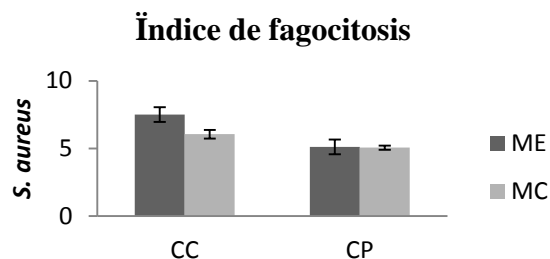
Las técnicas empleadas en este estudio son asequibles para evaluar los cambios morfológicos estructurales a de manera simples y a bajo costo, si consideramos otras técnicas como citometría de flujo que requiere de equipo especial.

El uso de citometría de flujo a su vez permite el análisis de una gran cantidad de células de manera rápida asegurando resultados fiables en un gran volumen de muestras mientras que el empleo de microscopía de campo claro y de epifluorescencia no requiere de concentraciones celulares altas. En el estudio se evaluó la actividad de fagocitosis e inducción de apoptosis con los cepas capsulares de *S. aureus* sobre PMN bovinos mediante la técnica de microscopía de campo claro y epifluorescencia.

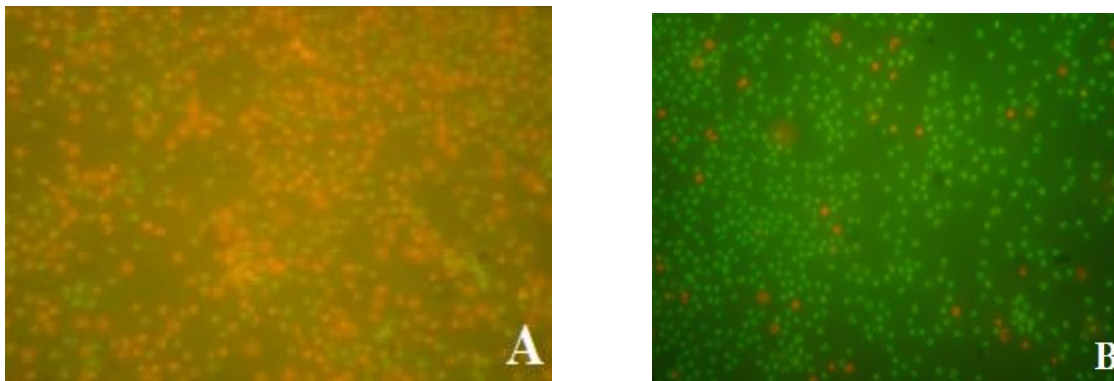
Grafica 4. Número de *S. aureus* fagocitados por los neutrófilos después de una hora de incubación. Media y desviación estándar del grupo control y grupos experimentales observadas por microscopía de campo claro (MC) y de epifluorescencia (ME). Cepa control; CP cepa capsular. Diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos $P < 0.05$.



Grafica 4.1. Proporción de neutrófilos bovinos apoptóticos inducidos por *S. aureus* después de una hora de incubación. Media y desviación estándar de los grupos controles y grupo experimental observadas por microscopía de campo claro (MC) y microscopía de fluorescencia (ME). Control positivo CC(+) PMN incubados con ciclofosfamida (400µg/100µl); control negativo CC(-) neutrófilos; CC cepa compacta y CP cepa capsular. Diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos $P < 0.05$



Neutrófilos bovinos aislados de sangre, teñidos con naranja de acridina y bromuro de etidio. A) Control positivo: PMN incubados con ciclofosfamida (400µg/100µl), B) PMN incubados con cepas compactas de *Staphylococcus aureus*. Células verdes son PMN viables, células rojas son neutrófilos apoptóticos, 16x.



4.3 Conclusiones

En el estudio se concluye que la capacidad del *S. aureus* del tipo capsular para reducir la fagocitosis e inducir la apoptosis observada mediante las técnicas de microscopía de campo claro y epifluorescencia.

4.4 Referencias

Capuco A.V., Paape M.J. & Nickerson S.C. (1986) *In vitro* study of polymorphonuclear leukocyte damage to mammary tissue of lactating cows. *Am J Vet Res*, 47, 663-668

Cunnion KM, Lee JC, Frank MM. (2001): Capsule Production and Growth Phase Influence Binding of Complement to *Staphylococcus aureus*. *Infection and Immunity*, 69(11):6796–6803.

Dorward D. A., Rossi A. G., Dransfield I. & Lucas C. D. (2014). Assessment of neutrophil apoptosis. En Quinn M. T. & DeLeo F. R. (Ed. 2º), *Neutrophil Methods and Protocols* (pp. 159-180), Montana USA:HumanaPress.

Echeverri J. J. Z., Jaramillo M. G. & Restrepo L. F. B. (2010). Evaluación comparativa de dos metodologías de diagnóstico de mastitis en un hato lechero del Departamento de Antioquia *Rev. Lasallista Investig*,7(1),49-57.

Elbim C. & Lizard G. (2009). Flow cytometric investigation of neutrophil oxidative burst and apoptosis in physiological and pathological situations. *Journal of the International society for Advancement of citometry*, 75(6), 475–481

Fattom AI, Sarwar J, Basham L, Ennifar S y Naso R. (1998): Antigenic Determinants of *Staphylococcus aureus* Type 5 and Type 8 Capsular Polysaccharide Vaccines.

Guidry AJ, Oliver SP, Squiggins KE, Erbe EF, Dowlen HH, Hambleton CN y Berning LM. (1991): Effect of anticapsular antibodies on Neutrophil Phagocytosis of *Staphylococcus aureus*. *Journal of Dairy Science*, 74:3360-3369.

Karakawa W.W., Fournier J. M., Vann W. F., Arbeit R., Schneerson R.S. & Robbins J. B. (1985). Method for the Serological Typing of the Capsular Polysaccharides of *Staphylococcus aureus*. *J Clin Microbiol*, 22 (3), 445-447.

Lee J. W., Bannerman D. D., Paape M. J., Huang M. K. & Zhao X. (2005). Characterization of cytokine expression in milk somatic cells during intramammary infections with *Escherichia coli* or *Staphylococcus aureus* by real-time PCR. *Infection and immunity*, 73(3), 1578-1583.

Luong TT, Lee CY. (2002): Overproduction of Type 8 Capsular Polysaccharide Augments *Staphylococcus aureus* Virulence. *Infection and immunity*, 70(7):3389-3395.

McGahon A. J., Mstin S. J., Bissonnette R.P., Mahboubi A., Shi Y., Mogil R. J., Nishioka W.K. & Green D. R. (1995). The end of the (Cell) line: Methods for the Study of Apoptosis *in Vitro*. *Methods Cell Biol*, 46,153-85.

Montoya García N. (2013). Evaluación *in vitro* de la apoptosis de neutrófilos de vacas lecheras inducida por los tipos capsulares 5 y 8 de *Staphylococcus aureus*. (Tesis inédita de maestría). Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca Méx.

Nilsdotter-Augustinsson A, Wilsson A, Larsson J, Stendahl O, Ohman L, Lundqvist-Gustafsson H. (2004): *Staphylococcus aureus*, but not *taphylococcus epidermidis*, modulates the oxidative response and induces apoptosis in human neutrophils. *APMIS*, 112:109–18

Paape M.J, Bannerman D.D, Zhao X. & Lee J. W. (2003). The bovine neutrophil: Structure and function in blood and milk. *Vet Res*, 34(5), 597–627.

Salgar S. K., Papee M. J., Alston-Mills B. & Miller R. H. (1991). Flow cytometric study of oxidative burts activity in bovine neutrophils. *Am J Vet Res*, 52(8), 1201-1207.

Sladek Z. & Rysanek D. (2000). Morphology of apoptosis of polymorphonuclear leukocytes isolated from mammary glands of unbred heifers. *Veterinary Medicine Czech*, 45(3), 71–81.

Sutra L., Mendiola C., Rainard P. & Poutrel B. (1990a). Encapsulation of *Staphylococcus aureus* Isolates from Mastitic Milk: Relationship between Capsular Polysaccharide Types 5 and 8 and Colony Morphology in Serum-Soft Agar, Clumping Factor, Teichoic Acid, and Protein A. *Journal of clinical microbiology*, 28(3), 447-451.

Sutra L., Rainard P. & Poutrel B. (1990b). Phagocytosis of mastitis isolates of *Staphylococcus aureus* and expression of type 5 capsular polysaccharide are influenced by growth in the presence of milk. *Journal of Clinical Microbiology*, 28, 2253-2258

Tollersrud T., Kenny K., Reitz A. J. & Lee J. C. (2000). Genetic and serologic evaluation of capsule production by bovine mammary isolated of *Staphylococcus aureus* and other *Staphylococcus* spp. from Europe and the United States. *J Clin Microbiol*, 38(8), 2998-3003.

Van Oostveldt K., Vangroenweghe F., Dosogne H. & Burvenich F. (2001) Apoptosis and necrosis of blood and milk polymorphonuclear leukocytes in early and midlactating healthy cows. *Vet. Res*, 32, 617–622.

Velázquez V., Pescador N., Gorodezky C. & Saltijera J. (2008). In vitro differential neutrophil phagocytosis activity on *Staphylococcus aureus* when obtained from blood and milk of dairy cows in early lactation period. *Revista latinoamericana de microbiología*, 50(3,4), 66-71.

Velazquez V., García A.M. J., Valladares B., Barbabosa A., Alonso A. U. & Zepeda J. A. Identificación de los tipos capsulares 5 y 8 de *S. aureus* por PCR y aglutinación en placa en aislamientos obtenidos de vacas lecheras en hatos de producción familiar del Valle de Toluca. Reuniones Nacionales de Investigación e Innovación Pecuario Agrícola Forestal y Acuícola-Pesquera. Querétaro México 2012.

Verdier I., Durand G., Bes M., Taylor K. L., Lina G., Vandenesch F., Ali I. Fattom & Etienne J. (2007). Identification of the Capsular Polysaccharides in *Staphylococcus aureus* Clinical Isolates by PCR and Agglutination Tests. *Journal of clinical microbiology*, 45(3), 725–729.

Worku M., Paape M. J., Filep R. & Miller R.H. (1994). Effect of in vitro and in vivo migration of bovine neutrophils on binding and expression of Fc receptors for IgG2 and IgM. *Am. J. Vet Res*, 55, 221–226.

Aislamiento y caracterización de bacterias de la rizósfera de guayaba con capacidad promotora de crecimiento de las plantas

Blanca Gómez, Juan Ramírez, Rafael Veloz, José Gasca y Israel Herrera

B. Gómez, J. Ramírez, R. Veloz, J. Gasca, I. Herrera.
Universidad de Guanajuato Campus Celaya-Salvatierra, Departamento de Ingeniería Agroindustrial,
Prolongación Río Lerma s/n Col Suiza, C.P. 38060, Celaya, Gto.
bgomezl2000@yahoo.com.mx

M.Ramos.,V.Aguilera.,(eds.) Ciencias Agropecuarias, Handbook -©ECORFAN- Valle de Santiago,
Guanajuato, 2014.

Abstract

Guava is a crop widely used around the world and a natural source of vitamins and minerals, this crop was of economic importance to the town of Salvatierra, Gto., which in recent years been declining due to pests present in orchards and as a deficiency in the development and plant growth. The principal objective in this paper was the isolation of plant growth promotion rhizobacterias from guava was conducted, were obtained insulated deaminase activity acc, later testing germination with guava and cucumber seeds and root development with the model plant *Arabidopsis thaliana*, and also determined that isolated fixed nitrogen and solubilized phosphates also testing with 50 guava plants in the greenhouse to see improvements on the ground directly. In each of the tests conducted the results were compared to positive control in each test is handling.

5 Introducción

La Guayaba (*Psidium guajava* L.) es un cultivo originario de América Tropical y actualmente se encuentran muy difundido en todo el mundo, es una fuente natural de vitaminas y minerales. Tiene muchas variedades, entre las que hay dulces, semiácidas y ácidas. Generalmente son de forma redondeada, no muy grande, amarilla cuando está madura, de sabor agridulce y con gran cantidad de semillas pequeñas y duras. Tiene olor penetrante y susar varía, según la especie. Anteriormente Salvatierra, Gto., se caracterizaba por ser un gran productor de dicho fruto utilizándolo para autoconsumo, venta como fruto fresco y seco, así como la elaboración de dulces típicos de la región; esta práctica se ha ido abandonando debido a que la producción de guayaba en huertos es muy bajo, a causa de que el árbol presenta deficiencias de desarrollo y crecimiento (Casaca, 2005). Los productores de esta región que continúan con este cultivo son de bajos recursos, ya que el ingreso es muy bajo y no les aporta recursos para compra de fertilizantes inorgánicos, además de que los suelos son pobres en nutrientes y tienen una baja calidad de riego, por este motivo se busca aislar e implementar microorganismos promotores de crecimiento vegetal (PGPR por sus siglas en inglés).

Como su nombre lo indica promueven y mejoran el crecimiento de las plantas ya que desempeñan funciones clave para la planta, mediante 2 formas diferentes, la primera teniendo un efecto indirecto sobre la planta conocido también como de control biológico protegiendo a la planta de ataques de microorganismos patógenos mediante diferentes mecanismos entre ellos la producción de sideróforos, la resistencia sistémica inducida, producción de antibióticos, estos por mencionar solo algunos, así como también aquellas que tiene un efecto directo sobre la planta, esto es porque los mecanismos de acción afectan directamente el metabolismo de la planta. Siendo estos los principales microorganismos en los que se centra el trabajo, explicando a continuación algunos de los mecanismos con los cuales trabajan dichos microorganismos (Bach y Diaz, 2008; Franco, 2008).

Fijación de nitrógeno: Se considera uno de los principales mecanismos por el cual las plantas encuentran beneficio en la asociación que forman con los microorganismos benéficos, aunque en la mayoría de los casos, la fijación de nitrógeno es solo un componente minoritario en la contribución al beneficio a la planta (Bach y Diaz, 2008).

Producción de reguladores del crecimiento vegetal: Son pequeñas moléculas conocidas como hormonas vegetales, que afectan el desarrollo y crecimiento vegetal, que generan cambios en el proceso fisiológico que repercuten en la floración, fructificación y rebrote de hojas entre otros. Estas hormonas pertenecen a 5 grupos conocidos de compuestos en el cual se incluyen auxinas, etileno, giberelinas, citoquininas y ácido abscisico (Bach y Diaz, 2008).

Solubilización de fosfatos: A través de la secreción de ácidos orgánicos, solubilizan el fósforo mineral y mediante la acción hidrolítica de las enzimas fosfatasas, mineralizan el fósforo orgánico, convirtiéndolo en un nutriente disponible para la planta (Bach y Diaz, 2008).

Inhibición de síntesis del etileno: Se ha encontrado que algunas enzimas de los microorganismo promotores del crecimiento de las plantas producen una enzima llamada ACC desaminasa la cual facilita el crecimiento y desarrollo de la planta mediante la disminución de los niveles de etileno, lo cual se observa en el mejoramiento del desarrollo radicular (Ochoa y col., 2010).

Todos estos mecanismos entre otros son los que logran el mejoramiento de las plantas, logrando así tener una mejora en la producción de los cultivos sin tener un efecto nocivo para el ecosistema. El objetivo de este trabajo fue aislar bacterias de la rizósfera de árboles de guayaba para seleccionar una cepa con las mejores capacidades para mejorar la producción en guayaba.

5.1 Materiales y métodos

Muestreo de suelo

Se tomaron muestras de suelo de la rizósfera de árboles de guayaba de 5 huertos del municipio de Salvatierra, Gto., 5 árboles en cada huerto y 3 puntos de cada árbol.

Aislados bacterianos

Una dilución 1:100 de suelo se inoculó en medio selectivo con 1-ácido carbixílico-1-aminociclopropano (ACC), las bacterias que crecieron en este medio se caracterizo su capacidad promotora de crecimiento. El cual contiene las sales minerales del medio Dworkin y Foster cuya composición por litro es la siguiente (4g KH_2PO_4 , 6 g NaHPO_4 , 0.2 g MgSO_4 , 1 mg FeSO_4 , 10 μg H_3BO_3 , 10 μg MnSO_4 , 50 μg CuSO_4 , 10 μg MoO_3 , 70 μg ZnSO_4 , glucosa 0.2%, ácido glucónico 0.2%, ácido cítrico 0.2% y agar bacteriológico al 2% y ACC 3 mM (Sigma).

Prueba de germinación

Se utilizaron semillas de pepino y semillas de guayaba, las cuales se esterilizaron superficialmente con una solución de hipoclorito de sodio comercial al 20 % manteniendo en agitación durante 45 s, posteriormente se le añadió una solución de etanol al 70% durante 45 s en agitación, se vació la solución y por ultimo se utilizó agua destilada estéril y se agito durante 45 seg, este último paso se repite tres veces.

Después de esto se prepararon tubos con 10 ml de caldo de papa estéril, en los cuales se inocularon los aislados seleccionados para realizar esta prueba, y uno sin inocular como control, se dejaron incubando durante 24 hrs a una temperatura de 28°C en agitación constante. Se tomaron 15 semillas de pepino y 30 semillas de guayaba por cada tubo, se pusieron en agitación durante 20 min, pasado este tiempo las semillas fueron colocadas en cajas Petri con papel estéril humedecido, se dejaron en incubación a 28°C.

Prueba de desarrollo de raíz in vitro

Se utilizaron semillas de *Arabidopsis thaliana*, las semillas fueron esterilizadas superficialmente, agitando en etanol al 70% por 3 minutos, seguido de la agitación en hipoclorito de sodio comercial al 20% por 3 minutos y posteriormente fueron lavadas 3 veces con agua destilada estéril. Las semillas esterilizadas fueron colocadas en cajas de Petri que contenían el medio Murashige-Skoog (MS; GIBCO BRL, Rockville, MD, USA) al 20% suplementado con sacarosa al 1% y agar al 1% (Bioxon BD, Becton-Dickson, México) y el pH ajustado a 5.7. Para promover y uniformizar la germinación, las cajas se incubaron a 4°C durante 48 hrs en oscuridad. Posteriormente se sembró un aislado por caja, en el lado opuesto de donde se colocaron las semillas por último se colocaron en forma vertical en cámara de crecimiento a 24°C con un fotoperíodo de 16 h luz y 8 h oscuridad por 10 días.

Aislamiento de bacterias fijadoras de Nitrógeno

Para el aislamiento de bacterias fijadoras de nitrógeno, se empleó el medio libre de nitrógeno (NFB), cuya composición por litro fue la siguiente: 5g de ácido málico, 0.5g de K_2HPO_4 , 0.2g de $MgSO_4 \cdot 7H_2O$, 0.1g de NaCl, 0.02g de $CaCl_2$, 2ml de elementos traza, 2ml de azul de bromotimol, 4ml de solución FeEDTA al 1.64%, 1ml de solución vitaminada, 4g de KOH y 1.75g de agar bacteriológico en este caso para preparación de medio semisólido, cada uno de los reactivos agregados en el orden mencionado hasta disolución completa; para la preparación de elementos traza se utilizó: 0.2g de $Na_2MoO_4 \cdot 2H_2O$, 0.235g de $MnSO_4 \cdot H_2O$, 0.28g de H_3BO_3 , 0.008g de $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ y 0.024g de $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$. La solución vitaminada se preparó con 0.01g de Biotina y 0.02g de piridoxina en 1000ml de agua destilada; la preparación de solución FeEDTA, 0.69g de $FeSO_4 \cdot 7H_2O$, 0.93g de NaEDTA en 80ml de agua hirviendo y enseguida se aforó a 1000ml con agua destilada fría; y por último el azul de bromotimol 95% de etanol y 5% de azul de bromotimol. La solución NFB, se esterilizó a 15lb de presión durante 15 minutos, sin la solución vitaminada ya que es termolábil, esta se agregó hasta que la temperatura del medio fuera aproximada a los 40°C. Se colocaron fragmentos de raíz de 2 cm de largo y se incubaron a 28°C por 48 h.

Determinación de Solubilizadoras de fosfatos.

Para la determinación de bacterias solubilizadoras de fosfatos, se empleó el medio NBRIP (Medio de fosfatos del National Botanical Research Institute), cuya composición por litro fue la siguiente: 10g de Glucosa, 5g de $Ca_3(PO_4)_2$, 5g de $MgCl_2 \cdot 6H_2O$, 0.025g de $MgSO_4 \cdot 7H_2O$, 0.2g de KCl, 0.1g de $(NH_4)SO_4$ y 0.05g de azul de bromotimol. Cada uno de los reactivos fue agregado y disuelto en el orden mencionado, y en seguida se agregaron 20g de agar bacteriológico y se esterilizó a 15lb de presión durante 15min.

Cada una de las cepas aisladas fue inoculada en medio NBRIP por picadura y se incubaron a 28°C durante 24hrs. La determinación de cepas solubilizadoras se realizó de acuerdo a la formación de un halo de degradación.

Experimento en Invernadero.

Para esta prueba se prepararon cuatro tratamientos con 50 plantas, obtenidas del vivero de Salvatierra, cada planta con sustrato artificial en macetas de 10 litros.

Se evaluaron tres cepas del género *Bacillus subtilis* del laboratorio de bioquímica ecológica a cargo del Dr. Víctor Olalde en Cinvestav-IPN U. Irapuato.

Se inocularon las plantas de guayaba con cada una de las cepas (DN, MZ y BH) cultivadas en caldo de papa y un control solo con riego. El ensayo se dejó por 7 meses y se dieron dos inoculaciones. Se evaluaron altura de la planta, número de ramas, número de hojas. Las condiciones en invernadero fueron: temperatura entre 25°C – 30°C y riego diario de 1 litro de agua por maceta. Los tratamientos fueron nombrados de la siguiente manera:

T1-Bacillus subtilis DN

T2-Bacillus subtilis MZ

T3-Bacillus subtilis BH

T4-Control

5.2 Resultados y discusión

Se tomaron muestras de suelo de la rizósfera de árboles de guayaba de 5 huertos del municipio de Salvatierra, Gto., 5 árboles en cada huerto y 3 puntos de cada árbol.

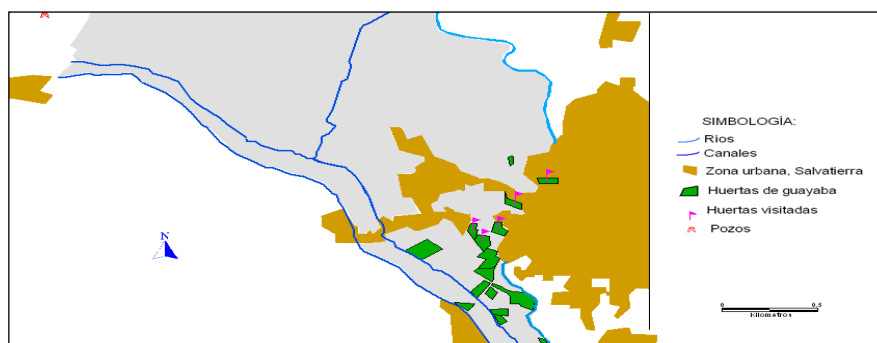
Con los datos de ubicación de los huertos seleccionados se generó un mapa de distribución el cual se muestra en la Figura 1, se puede apreciar que los huertos están distribuidos a lo largo del módulo de riego.

Se obtuvieron 50 aislados en medio selectivo para bacterias con actividad ACC desaminasa. Estos aislados se caracterizaron para capacidad de promoción de crecimiento de plantas.

Prueba de germinación

En ambos casos tanto en las semillas de pepino como en las semillas de guayaba, se observó diferencia el porcentaje de germinación utilizando el cultivo de bacteria en comparación con el control solo con agua, para pepino se mejoró en un 100% y para guayaba 56.6%, mostrándose los resultados en el Tabla 5 y Figura 5.1.

Figura5. Ubicación de las huertas de guayaba en la cabecera municipal de Salvatierra, Guanajuato



Fuente: Elaboración propia con base en los resultados de la investigación. Cartografía de referencia: CONAGUA; Organismo de cuenca Lerma-Santiago Pacífico, Dirección Local Guanajuato, Distrito de Riego 011 "Alto Río Lerma". Cartografía proporcionada por Productores Agrícolas Modulo Salvatierra, DR 011, Alto Río Lerma Guanajuato, A.C.

Tabla5 Porcentaje de germinación en semillas de pepino y guayaba

Clave	pepino	Clave	guayaba
A2.1a	66.60%	6A2b - 2	56.66%
A3d	92.80%	B1R1/1	56.66%
A2d	86.60%	A2R2/10	56.66%
A6a	80%	A2R2/4	46.66%
A3.1c	73.33%	13A3d	43.33%
A3a	80%	E1R1/3.2	43.33%
A2c	100%	8A3a - 1	43.33%
A2b	86.60%	47A3C	40%
A3.1d	93%	8A2.1 - 2	40%
Control	46.60%	Control	33.33%

Figura5.1 Pruebas de germinación de semillas



A) Semillas de guayaba con agua, B) Semillas de guayaba embebidas en caldo de papa con la cepa B1R1, C) Semillas de pepino con agua y D) Semillas de pepino con caldo de papa con la cepa A6a2.

Prueba de desarrollo de raíz in vitro

Los resultados obtenidos fueron mucho mejores en las plantas de *Arabidopsis thaliana* donde se inocularon con bacterias en comparación con el control.

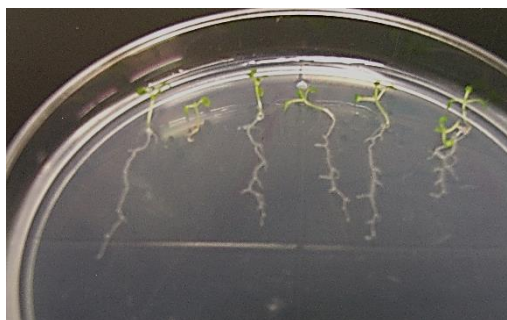
El efecto en la raíz fue especialmente en lo largo mejorando hasta en veces comparado con el control en el cual fue la planta Arabidopsisthaliana en medio de cultivo MS con agua, Tabla 2.

Esto nos indica que los aislados bacterianos producen un metabolito que difunde en el medio de cultivo y tiene su efecto en el desarrollo de la raíz de la planta, este efecto también se observa en la Figura 3.

Tabla5.1 Efecto de las cepas aisladas en la promoción del crecimiento de la raíz

Cepa	Longitud raíz cm	Cepa	Longitud raíz cm
4a3.1c	2.7	10A2c	2.6
A3d3	1	9A2.1a	1
2A3.1d	2.8	2A6a	1
5A2b	2.7	11A2d	2.7
A3a7	3	Control	1

Figura5.2 Efecto en el desarrollo de la raíz



Se muestra el efecto de los aislados en el desarrollo de la raíz de Arabidopsisthaliana comparado con el control sin la aplicación de ningún aislado.

Aislamiento de bacterias fijadoras de Nitrógeno

Se obtuvieron 34 aislados de raíces de plantas de guayaba en medio selectivo para bacterias fijadoras de nitrógeno (NFB). Estos aislados tienen el potencial de proporcionar a las plantas nitrógeno y mejorar su desarrollo.

Determinación de Solubilizadoras de fosfatos

De los aislados obtenidos 20 son gram negativos y 30 son gram positivos, del total de aislados que fueron 50, se obtuvieron 27 cepas con capacidad de solubilizar fosfatos, estas cepas tienen potencial de favorecer a la planta con la toma de fósforo no disponible, Tabla 3.

Experimento en invernadero

Se observó en altura, que la cepa MZ fue la que mostró un mayor efecto en la planta, superando al control en un 134%, seguida de la cepa DN que fue mayor al control en un 102% y la cepa BH también superior al control en un 60%.

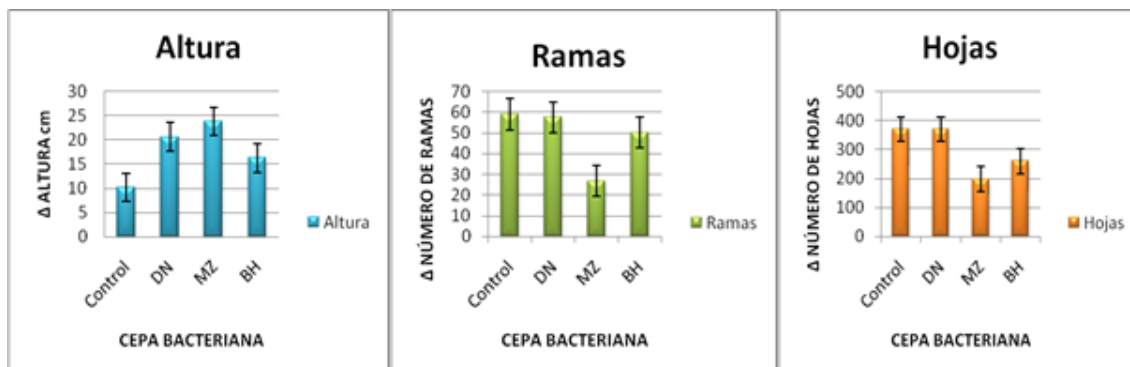
De igual manera, mostró el comportamiento para ramas y hojas, cuando si la supera al control o igual al control, tomando como un 100% la medida del control.

Los resultados se muestran en las gráficas.

Tabla 5.2 Caracterización de las cepas aisladas por tinción gram y formación de halo de solubilización de fosfatos

Cepa	Gram	Halo	Cepa	Gram	Halo
47-A3c	-		A2R2/7	+	X
A2R2/4	-	X	A2R2/2.1	-	X
1A2.1a-1	-	X	A2R2/10	-	X
8A3b-2	-		8A2.1d-2	-	
A2R2/1	-	X	C3R2/10	+	
6A2a-1	+	X	8A2.1d-2	-	
12A2.1-2	+	X	6A2d-1	+	X
B2R3/2	+		13A3d	-	X
8A3a-1	+		47A3c	+	
6A2d-3	+	X	C3R2/2.3	+	X
12A2.1d-2	+	X	12A2.1d-1	+	X
A2R2/7	-		6A2b/1	+	X
A2R2/9	-		12A2.1b-1	-	
B2R2/9	-		E1R1/3.2	+	
B2R3/3	-		12A2.1b/2	-	
12A2.1c	-		8A3b-1	-	
A2R2/3	-	X	6A2c-2	+	X
12A2.1-1	+		6A2a-2	+	X
6A2d-2	+	X	E1R1/3.1	+	
6A2a-3	+	X	6A2c-3	+	X
8A2.1c-3	-		B2R3/10	+	
8A2.1d-1	-		D1R1/1	+	
8A3a-2	+		C3R2/3.1	+	X
1A2.1a-2	+	X	6A2b-2	+	X
A2R2/2.2	+	X	6A2c-1	+	X
E1R1/4.1	+		B2R3/8	+	
C3R2/2.2	+	X			

Gráfico 5 Efecto de las cepas de Bacillus subtilis



Efecto de cepas de Bacillus subtilis DN, MZ y BH sobre el desarrollo de plantas de guayaba, altura, número de ramas y hojas.

5.3 Conclusiones

Las rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal resultan ser una excelente herramienta biotecnológica, para favorecer el desarrollo de la agricultura en el país, ya que los beneficios son muchos tanto en la mayor y mejor producción vegetal así como a la protección del medio ambiente.

Las rizobacterias aisladas durante la elaboración de este trabajo muestran tener un efecto directo en el desarrollo de la planta, lo cual representa una alternativa positiva para obtener una mayor y mejor producción de guayabas sin el uso excesivo de productos químicos, evitando así más el desgaste ya ocasionado en los suelos de la ciudad de Salvatierra, Gto.

Los aislados presentaron actividad de promoción del crecimiento vegetal también en especies diferentes a la guayaba como fue en el caso de *Arabadobsisthaliana* y pepino indicando la posibilidad de aplicación en otras plantas.

5.4 Agradecimientos

El trabajo fue apoyado por SEP-PROMEP y Apoyo institucional UG.

5.5 Referencias

Bach, Alvarez T; Diaz M. (2008). Las rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal (PGPR) en la agricultura, Agricultura orgánica. [online]

Franco, Correa M. (2008). Evaluación de caracteres PGPR en actinomicetos e interacciones de estas rizobacterias con hongos formadores de micorrizas. Tesis Doctoral. Universidad de Granada. España.

Sarabia, Ochoa M, Madrigal, Pedraza R, Martínez, Trujillo M, Carreón, Abud Y. (2010). Plantas, hongos micorrízicos y bacterias: su compleja red de interacciones, Biologicas, [online]. Vol. 12, Art. # 1.

Casaca A. (2005). El cultivo de la Guayaba (*Psidiumguajava*). SAG. Volumen 5. [online]

Aplicación de la granacochinilla en las áreas: Textiles y cosméticos

Gabriela Arroyo, Carlos Herrera, Lorena Vargas y Antonio Pérez

G. Aramayo, C. Herrera, L. Vargas y A. Pérez
Departamento de Ingeniería Agroindustrial, Campus Celaya-Salvatierra, Universidad de Guanajuato,
privada de Artesas/n, Colonia Centro, Salvatierra, Gto.
gabiap@yahoo.com.mx

M. Ramos., V. Aguilera., (eds.) Ciencias Agropecuarias, Handbook -©ECORFAN- Valle de Santiago,
Guanajuato, 2014.

Abstract

A very important natural dye for Mexico is the cochineal insect, since this insect was booming in the country in the colonial era. Currently the use of natural colorants becomes very important in a time when there is concern for the environment and the sustainable use of natural resources, allowing a profit while being environmentally friendly. The Academic Body of “Ciencia y Tecnología Agroindustrial” of the “Departamento de Ingeniería Agroindustrial”, aware of the above has made several projects about the cochineal, which were have been funded by different sources of internal and external financing. These projects have generated a wide range of applications and knowledge since 2004 until today, clinching same new technological applications as well as the rescue of the cultural richness of the traditional use of cochineal. These projects represent an alternative to the use of synthetic dyes especially in the environmental impact by reducing its use. So the aim of this paper is to present the most relevant results of research that has been developing around the projects in the application of the cochineal in textiles and cosmetics.

6 Introducción

La grana cochinilla es un insecto que se hospeda en el nopal y es empleado como colorante natural. Este colorante fue uno de los principales aportes del México prehispánico al mundo (Del Río y Dueñas, 2006; Sahagún, 1992). Se reconocen dos tipos de este insecto, uno denominado grana fina y otra grana silvestre. La grana fina o cultivada tiene el nombre científico *Dactylopius coccus* Costa (Vigueras y Portillo, 2001). La grana silvestre está conformada por el resto de las especies *Dactylopius*, siendo esta más agresiva para el nopal, además de que compite con la grana fina (Vigueras et al. 2001). Hoy en día existe un gran interés por volver a utilizar los colorantes naturales debido a que no son nocivos para el ser humano y no contaminan el medio ambiente (Nagia y EL-Mohamedy, 2007; Del Río y Dueñas, 2006; Vigueras et al. 2001). Es por ello que se considera que el extracto colorante de la grana cochinilla puede ser introducido nuevamente al sector industrial (Vigueras et al. 2001). Además de que es uno de los pocos colorantes aprobados por instituciones mundiales de salud, siendo autorizado su uso como pigmento textil (Vigueras et al. 2001). Asimismo presenta algunas propiedades como su estabilidad a la luz, a los tratamiento térmicos y a la oxidación (Gibaja, 1998), excelente coloración y cambios de color con soluciones ácidas y alcalinas, además de su fácil manejo (Vigueras et al. 2001). Asimismo presenta colores homogéneos en fibras naturales (Llanderal et al. 2008).

El problema de la contaminación ambiental derivado de los efluentes de la industria textil puede resolverse con algunas soluciones, que pueden ser disminuir la descarga en el proceso o sustituir algunos productos tóxicos por productos naturales. Otra solución es el tratamiento de los efluentes por medios físicos, químicos y biológicos. Un recurso diferente es el de recircular los efluentes dentro del proceso de manera parcial o total. Si se conjugan dos de las soluciones, el resultado será más satisfactorio, como es el caso de sustituir los colorantes sintéticos por colorantes naturales y a su vez realizar el tratamiento ya sea físico, químico ó biológico de los efluentes obtenidos en el mismo.

Las plantas para tratamiento de aguas residuales convencionales, tienen una baja eficiencia de eliminación contaminantes industriales ya que estos son resistentes a la degradación (Paga and Taeger, 1994; Ganesh et al. 1994; Shaul et al. 1985).

En el caso de la industria textil se precisa de tratamientos primarios, secundarios y avanzados. Los efluentes de teñido son generalmente tratados por procesos físicos o químicos (adsorción, filtración por membrana, floculación fisicoquímica combinada con flotación, intercambio catiónico, precipitación y ozonación), estos métodos son cada vez menos eficientes para lograr la calidad de agua con fines de reúso (Arslan y Balcioglu, 2000). Además estas tecnologías son costosas, poco adaptables a un amplio rango de residuales de colorantes y usualmente ineficientes en la remoción del color, generando corrientes de aguas coloreadas (Zilly et al. 2002; Fu y Viraraghavan, 2001).

En el proceso de teñido de algodón con el extracto de granacochinilla, por un lado se está sustituyendo los colorantes sintéticos dentro de un proceso textil, pero por otro lado el efluente emanado de este proceso de teñido origina efluentes coloreados, cuyo poder colorante es el ácido carmínico. Por lo que es preciso el tratamiento sucesivo de este efluente para eliminar el color. En el tratamiento biológico el uso de hongos ligninolíticos es una de las posibles alternativas para estudiar la biodegradación de colorantes. Otra de las alternativas, es el uso de los microorganismos que se encuentran en el mismo efluente. Esto se puede llevar a cabo mediante un tratamiento secundario donde se utiliza un proceso de oxidación biológica llevado a cabo por los microorganismos presentes en el agua residual (Maieretal.2000). Una vez realizado un proceso de separación y de sedimentación (tratamiento primario), los sólidos remanentes se descomponen generando la degradación. Los procesos pueden realizarse a través de un filtro de lecho, un tanque agitado o una laguna de aguas residuales. Los tratamientos se llevan a cabo de manera aeróbica y anaeróbica (Maieretal.2000). El tratamiento biológico permite tener un mejor uso y descarga de efluente, para lo cual existen métodos conocidos con el uso de hongos, dado que estos tienen una gran capacidad de romper los compuestos fenólicos de la lignina y sus derivados, por lo que pueden ser empleados para biodecolorar o disminuir la intensidad del color de los efluentes que contienen colorantes convencionales de la industria textil (ArorayChander, 2005).

Por otro lado, la grana cochinilla puede ser empleada en el área de cosméticos. Actualmente la producción de los cosméticos naturales se encuentra en aumento. Esto por las ventajas que implica el uso de componentes de origen natural en su elaboración. Las ventajas son: prevención de reacciones alérgicas hacia componentes sintéticos, disminución de los riesgos de salud, evitar el uso de compuestos cancerígenos, etc. (FDA, 2005; VHN, 2005). Se ha encontrado que el uso de colorantes sintéticos, principalmente los rojos, puede provocar problemas de salud como el cáncer (FDA, 2005; VHN, 2005). Cada vez está más en auge la cosmética natural, la cual es una alternativa lógica a la cosmética tradicional, pues está elaborada en su mayor parte por componentes de origen vegetal. Actualmente existen más laboratorios que elaboran sus cremas, lociones y shampoo con ingredientes vegetales, creando auténtica cosmética natural. La cosmética natural ofrece enormes ventajas para la salud de la piel, pues además de no ser agresiva para ésta, fortalece y mejora las funciones dérmicas gracias a los componentes naturales. Por otro lado la fabricación de productos cosméticos con ingredientes naturales conlleva una ética ecológica, pues no provoca residuos químicos, ni agresivos que sean perjudiciales para el medio ambiente.

Aunque existen en el mercado un sin número de productos naturales, poca información se encuentra disponible para su elaboración. Algunas de las publicaciones son, en su mayoría, libros que se adquieren en tiendas naturistas y librerías.

Estos libros son reediciones de versiones muy viejas que no muestran el estado del arte de la cosmética. Además, la información relacionada a la elaboración de labiales y champú es escasa. Se considera esto, porque son de los productos de mayor venta por la industria cosmética y las formulaciones para su desarrollo no están disponibles al público en general.

Es por ello que se realizó algunos proyectos para la formulación un lápiz labial con componentes naturales, incluyendo el colorante, es decir un producto natural. Así como la aplicación del extracto de cochinilla como colorante dentro de un champú base. Lo anterior con la finalidad de estudiar la factibilidad técnica de la aplicación de algunos subproductos del insecto de la grana cochinilla, como son el extracto y la laca carmín en el área de cosméticos.

6.1 Materiales y métodos

La investigación que se ha desarrollado sobre la grana cochinilla se dividió en varias fases en función a las necesidades surgidas a lo largo del tiempo, generándose varios proyectos los cuales se mencionan a continuación.

Área textil

La investigación de aplicación en el sector textil surgió a partir del año 2004 con la propuesta titulada: “Aplicación del colorante natural grana del carmín, en el sector textil”, para una duración de tres años (Arroyo et al. 2010a). Con las siguientes etapas: Primera etapa: Encontrar un estándar en la calidad de la materia prima a usar (grana del carmín), a fin de que no exista variación en el teñido. Segunda etapa: Obtener las condiciones optimas de teñido y Tercera etapa: Pruebas de la estabilidad del colorante sobre la tela teñida, como son la variación de pH, temperatura, solidez al lavado, y efecto de la luz solar, mediante un análisis estadístico de los resultados. De este proyecto surgieron otras investigaciones debido a la necesidad que se tuvo del tratamiento del efluente, dichos proyectos fueron: “Evaluación de procesos de oxidación avanzada como alternativa para el tratamiento de efluentes de la industria textil”, proyecto llevado a cabo con la Facultad de Ingeniería Civil. Otros proyectos son: “Efecto del inóculo en la coloración biológica del efluente del proceso de teñido con grana cochinilla”. Además del plan “Alternativa para el tratamiento de efluentes de la industria textil” (Arroyo et al. 2011)

Área cosméticos

De manera paralela se trabajaron aplicaciones en cosméticos a partir de 2005, con los proyectos titulados: “Aplicación de la grana del carmín (*Dactylopius Coccus* Costa) en la elaboración de un cosmético natural”, por un periodo de un año (Arroyo et al. 2010b). Este proyecto se llevó a cabo mediante las siguientes: Etapa 1: Obtención de la laca carmín AL-CA, mediante su compra para su aplicación directa. Etapa 2: Aplicar este colorante en la cera natural para obtención de lápiz labial, y Etapa 3: Estudio de factibilidad técnica del uso del ácido carmínico grado cosmético en el lápiz labial.

Sumando otros tres planes anuales financiados: “Evaluación de las mediciones perceptivas y objetivas de un lápiz labial elaborado con productos naturales; “Desarrollo de un proceso de control de calidad para la producción de un lápiz labial natural”; “Obtención del carmín de cochinilla a partir del insecto (*Dactylopius coccus costa*) para su uso en cosméticos”.

“Aplicación de la laca carmín obtenida por el departamento de ingeniería agroindustrial y su comparación con una laca comercial” (Arroyo et al. 2010b). Posteriormente se pensó en la posibilidad de aplicación del extracto de la grana cochinilla como colorante en un champú, surgiendo así el proyecto aprobado y financiado denominado: “Estudio de la aplicación de subproductos hidrosolubles del insecto grana carmín en la elaboración de champú”.

6.2 Resultados y discusión

A continuación se muestran algunos resultados obtenidos para cada una de las áreas de trabajo en los diferentes proyectos financiados.

Área textil

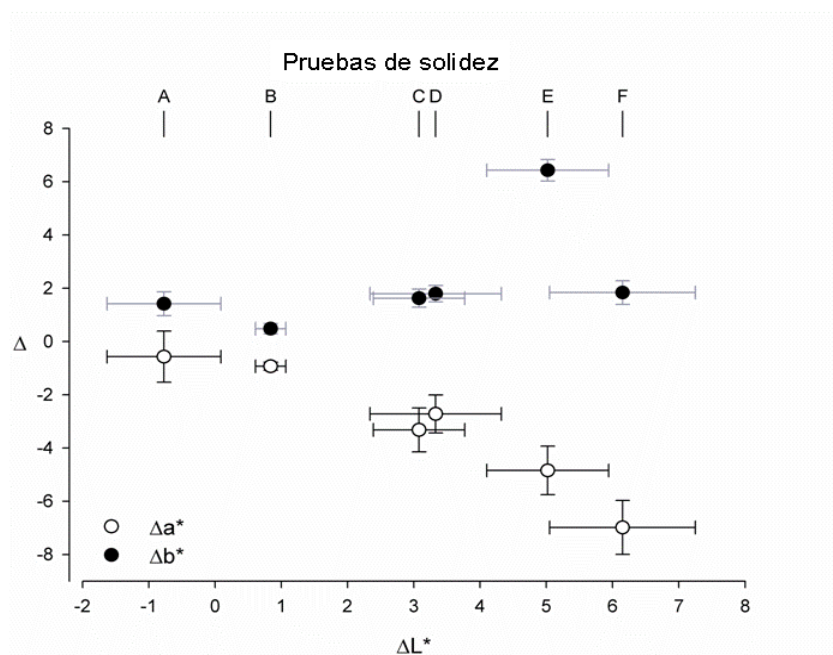
Teñido de tela de algodón con grana cochinilla. En esta etapa del proyecto se logró obtener un proceso de teñido que permitiera fijar el color del extracto acuoso de la grana cochinilla, sobre una tela de algodón. Proceso de pre-mordentado, basado en un proceso artesanal, como se muestra en el Tabla 6.

Una vez lograda la tinción de la tela se procedió a realizar 4 experimentos, de cambio de concentración en los mordientes y para cada uno se realizó cinco pruebas de solidez (Tabla 6) (Arroyo et al. 2010a; Arroyo et al. 2011). Se observó que los cuatro experimentos mostraron en promedio la misma tendencia de cambio de color con respecto a la tela teñida original. En la grafica promedio para las pruebas de ácidos y álcalis, se pudo observar que no existió diferencia significativa, en función a las barras de error (Figura 6). Los cuatro experimentos presentaron lamisma solidez a ácidos y álcalis, se concluyó que no afectó el cambio de la concentración de los mordientes en el proceso de teñido, aunque la tela si presento un cambio en el tono del color. La prueba de solidez a temperaturas altas fue la que más afectó al color rojo en la tela de algodón teñida con grana, al presentar la mayor diferencia promedio en la coordenada a^* (-7.21 ± 0.93) (Figura 6.2).

Tabla 6 Colores obtenidos en el teñido de algodón con granacochinilla para cada replica, así como los valores correspondientes de la escala CIELab, con su respectivo promedio.

Replicas	Escala CIELab		
	L^*	a^*	b^*
1	43.76	44.45	-4.27
2	43.44	44.83	-4.55
3	44.24	44.65	-3.27
Promedio	43.81 ± 0.33	44.64 ± 0.16	-4.03 ± 0.55

Grafico 6 Resultados promedio de L^* , a^* , y b^* , para cada una de las pruebas: A. luzartificial(20h), B. froteenseco, C. álcalis, D. ácidos, E. lavado doméstico y F. temperatura de 60°C . Las barras representan la desviación de las seis pruebas de solidez. (Arroyo etal.2010a).



Tratamiento de efluentes provenientes del teñido con grana cochinilla

En esta etapa se logró encontrar un proceso de tratamiento con un hongo ligninolítico, *Trametes versicolor* (*T.versicolor*), a nivel laboratorio, que eliminará el color en el efluente textil proveniente del teñido de algodón con grana cochinilla. En la Figura 6, se muestra el cambio de color en cada uno de los matraces a lo largo del tiempo (11 días), llegando a obtener una muestra incolora del efluente después de la realización del experimento (Arroyo et al. 2011).

Figura 6 Cambio de color en las muestras de los experimentos: en los tiempos 0, 1, 4, 6, 8, 11 días



Área cosméticos

Aplicación de subproductos de la grana cochinilla en cosméticos. Para estos proyectos se logró obtener un proceso para elaborar una bala labial, con laca carmín, subproducto de la grana cochinilla. A estas balas se le realizaron pruebas de calidad así como un estudio de factibilidad técnica de aplicación. Los resultados de la bala labial elaborada con la laca carmín obtenida a nivel laboratorio en comparación con la bala labial elaborada con la laca carmín comercial, se muestran en el Tabla 6.1.

Se observó que las características de ambas balas fueron similares, la diferencia mayor se presentó en el color (Arroyo et al. 2010b).

Tabla 6.1 Resultados en las pruebas fisicoquímicas para la bala labial

Pruebas fisicoquímicas	Bala patrón	Bala con laca
Aspecto	Sólido compacto	Sólido compacto
Color	Rojo claro	Rojo oscuro
Olor	Aceras	Aceras
Punto de fusión (°C)	68.66±0.577	67.66±0.577
Densidad (g/ml)	1.27±0.005	1.26±0.005

Obtención de laca carmín. Se logró obtener una laca con la misma concentración que la laca comercial. Ya que en el trabajo presentado por Centeno, (2003), menciona que las lacas comerciales de mejor calidad son aquellas en las que el porcentaje de ácido carmínico es del 50%. En el trabajo de Centeno (2003). Se buscó obtener este porcentaje en las lacas, usando otros métodos para la obtención del complejo. Las mayores diferencias de la laca a nivel laboratorio con respecto a la comercial, se presentaron en el porcentaje de volátiles y cenizas (Tabla 6.2).

Tabla 6.2 Resultados en las pruebas fisicoquímicas para la laca carmín (complejo Aluminio-Calcio-Ácido carmínico)

Pruebas fisicoquímicas	Patrón	Laca
Aspecto	Polvo fino	Polvo fino
Color	Rojo claro	Rojo oscuro
Olor	Ácido acético	Ácido acético
pH (1%)	5.16±0.04	4.39±0.02
% Ácido Carmínico	52.00±1.88	50.00±0.50
% Humedad	10.67±0.76	8.00±0.00
% Volátiles	37.25±1.06	48.00±5.66
% Cenizas	9.75±1.05	18±2.83

Aplicación del extracto de cochinilla en un champú base. La concentración de ácido carmínico, en disolución agregada al 4%, en el champú base que proporcionó un color muy similar al champú estándar con colorante sintético de la empresa, fue de un 0.22% (0.75% de grana en disolución acuosa), en su presentación estéril y no estéril.

Comparando con la concentración que usa la empresa 4%, se ve una gran ventaja en el empleo del colorante natural contra el sintético, por requerirse una cantidad menor. Las diferencias fisicoquímicas que ocasiona la aplicación del extracto acuoso de grana en el champú, están dentro de los parámetros que se han reportado para este producto, mientras que microbiológicamente no compromete su inocuidad.

Si bien a un pH 5, este colorante sirve organolépticamente para un champú de jitomate, a pH más elevados (hasta 7) con tendencias al color violeta podría servir para representar otra clase de extractos. En la tabla 6.3, se muestran solo los resultados de pH y densidad de las diferentes pruebas.

Tabla 6.3 Resultados de las pruebas de la aplicación del extracto de grana en un champú base

	Champú base	0.76 %A C	0.76 %A CE	0.32 AC	0.32 %A CE	0.22 %A C	0.22 %A CE	Champú Comercial
pH	5.1	5.1	5.07	5.10	5.13	5.04	5.10	7.0
Densidad (g/ml)	1.021	1.018	1.019	1.017	1.019	1.021	1.019	1.014
		AC.AcidoCarmínico		AC.E.AcidoCarmínicoEstéril				

6.3 Conclusiones

Área textil

Teñido de tela de algodón con grana cochinilla. Con este trabajo se cumplió un avance de la aplicación en el teñido de algodón con el colorante natural del extracto de la grana cochinilla. Para las pruebas de solidez se determinó que las que más afectan al color en la tela teñida, es la solidez a temperaturas altas y al lavado doméstico. Por lo que se recomienda realizarel lavado de la tela de algodón teñida con el extracto de grana cochinilla, a una temperatura ambiente o fría y de preferencia con jabones líquidos suaves, sin ningún tipo de blanqueador seaquímico u óptico.

Tratamiento de efluentes provenientes del teñido con grana cochinilla. El hongo *T. versicolor*, se sugiere pueda ser usado en la decoloración y degradación de efluentes que contengan estructuras similares a la de las antraquinonas naturales. Concluyendo que es factible degradar por medios biológicos (hongoligninolítico), los contaminantes presentes (ácidocarmínico), en el efluente del teñido con grana cochinilla.

Área cosméticos

Aplicación de subproductos de la grana cochinilla en cosméticos. Se logró obtener una bala con especificaciones análogas a la bala elaborada con la laca carmín comercial. Esto representa un paso en la obtención de un pigmento que puede aplicarse a productos cosméticos naturales.

Obtención de laca carmín. Los carmines elaborados a nivel laboratorio presentaron diferencias significativas en comparación con el carmín patrón, estos resultados dan una idea de los requerimientos en el proceso para lograr igualar las propiedades fisicoquímicas de los complejos con la muestra patrón. Aplicación del extracto de grana en unc champú base. Se logró obtener un champú coloreado aplicando el extracto de la grana cochinilla. Sin embargo se siguen realizando pruebas para igualar en cuanto a las propiedades.

6.4 Agradecimientos

Se agradece a todas las fuentes de financiamiento, mismas que han permitido el desarrollo de estos proyectos: Dirección de Apoyo a la Investigación (DAIP), Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Guanajuato (CONCYTEG), Consejo Nacional de Ciencia y tecnología (CONACYT), así como a Fundación Educación Superior Empresa (FESE). De la misma manera se agradece a todos los alumnos que han participado en los trabajos correspondientes de cada proyecto, ya sea para la realización de sus tesis, servicio social y presentaciones en los diferentes eventos (congresos,foros,etc).

6.5 Referencias

AroraD.S.,ChanderM.(2005).Decolourisationofdiverseindustrialdyesbysome*Phlebiaspp.* andtheircomparisonwith*Phanerochaetechryso sporium*.*JournalofBasicMicrobiology*.44,(5)331-338.

Arroyo-FigueroaG.,Ruiz-AguilarG.M.L.,Cuevas-RodríguezG.,&GonzálezSánchezG.,(2010a).Cottonfabricdyeingwithcochinealextract:influenceofmordantconcentration.*SocietyofDyers and Colourists,Color.Technol.*,127, 39–46.

Arroyo-FigueroaG.,Ruiz-AguilarG.M.L.,VargasRodríguezL.,&GonzálezSánchezG.,(2010b).AplicacióndeproductosderivadosdelinsectoDactylopiuscoccusCosta(Homóptera,Dactylopiidae).*Acta Universidaria*,Vol. 20, NúmeroEspecial 3.

Arroyo-FigueroaG.,Ruiz-AguilarG.M.L.,López-MartínezL.,González-SánchezG.,Cuevas-RodríguezG.,andRodríguez-VázquezR.(2011).TreatmentofaTextileEffluentfromDyeingwithCochinealExtracts using*Trametesversicolor*Fungus.*TheScientificWorldJOURNAL*.

Arslan,I.,Balcioglu,I:A.(2000).Effectofcommonreactivedyeauxiliariesontheozonationofdyehouseeffluentscontainingvinylsulphoneandaminochlorotriazinedyes.*Desalination*.130: 61-71.

Centeno-AlvarezM.M.(2003).Extracción,estabilizaciónyevaluacionesanalíticasalcarmin.InstitutoPolitecnicoNacionalIPN. Tesis deMaestría. 113 p.

DelRío-yDueñasI.Granacochinillafina,regalodeMéxicoparaelmundo.InstitutoEstataldeEcología de Oaxaca.Oaxaca, México, Pp. 11-53.2006.

FDA.CosmeticHandbook,USFoodandDrugAdministration,CenterforFoodSaffetyandApplied Nutrition, <http://www.cfsan.fda.gov/~mow/scos-hdb.html>. 5 de diciembre 2005..

FuY.,ViraraghavanT.(2001).Fungaldecolorizationofdyewastewaters:areview,*Bioresourc eTechnology*. 79, 251-262.

- Ganesh R., Boardman, G.D., Michelsen D. (1994). Fate of azo dyes in sludges. *Water Research*. 28:1367-1376.
- Gibaja S. (1998). Pigmentos Naturales Quinónicos. Centro de Producción Editorial. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Pp. 14-188.
- Llenderal C., Zetina D.H., Viguera A.L., Portillo L. (2008). Granacochinilla y colorantes naturales. Colegio de Posgraduados. Pp. 124.
- Maier R.M., Pepper I.L., Gerba C.P. (2000). Environmental microbiology. Editorial Academic Press, Florida, USA. 505-514 p.
- Nagia F.A., El-Mohamedy R.S.R. (2007). Dyeing of wool with natural anthraquinone dyes from *Fusarium oxysporum*. *Dyes and Pigments*; 75:550-555.
- Paga U., Taeger K. (1994). Development of a method for adsorption of dye stuff on activated sludge. *Water Research*. 28:1051-1057.
- Sahagún B. (1992). Historia General de las cosas de la Nueva España. Edición digital a partir de la edición de Juan Carlos Temprano, Madrid, Historia 16.
- Shaul G.M., Dempsey C.R., Dostal K.A., Lieberman R.J. (1985). Fate of azo dyes in the activated sludge process. Proceedings 41st Purdue University Industrial Waste Conference, 603-611.
- VHN. VeriMed Healthcare Network, Enciclopedia Médica: Lápiz Labial, Medline Plus, Biblioteca Nacional de Medicina de EE.UU. y los Institutos Nacionales de la Salud. www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/print/ency/article/002712.htm, 15 de diciembre. 2005.
- Viguera G., A.L., Portillo L., Ayón M. (2001). Manual de tinteado con granacochinilla y otros tintes naturales. Departamento de Botánica y Zoología, Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jalisco, México. 23p.
- Zilly A., Souza C.G.M., Barbosa-Tessmann I.P., Peralta R.M. (2002). Decolorization of industrial dyes by a Brazilian isolate of *Pleurotus pulmonarius* producing laccase as the sole phenol-oxidizing enzyme. *Folia Microbiol.* 47, 273-277.

Biocinetica y lesiones histológicas del clorhidrato de clenbuterol en modelo conejo

Benjamin Valladares, Romulo Bañuelos, Silvia Peña, Valente Velázquez y Jose Zamora

B. Valladares, R. Bañuelos, S. Peña, V. Velázquez, J. Zamora.
Universidad Autónoma del Estado de México. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.
Paseo Universidad #100, Universitaria, 50130 Toluca de Lerdo, Estado de México
Universidad Autónoma de Zacatecas. Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia
Jardín Juárez #147 Centro Histórico C.P. 98000 Zacatecas, Zacatecas,
México UAM-Xochimilco. Departamento de Producción Agrícola y Animal.
Calz del Hueso 1100, Villa Quietud, Coyoacán, 04960 Ciudad de México, Distrito Federal
benvac2004@yahoo.com.mx

M.Ramos., V.Aguilera., (eds.) Ciencias Agropecuarias, Handbook -©ECORFAN- Valle de Santiago, Guanajuato, 2014.

Abstract

In order to evaluate the histopathological alterations according to two different clenbuterol hydrochloride (CCL) concentrations, 15 rabbits were randomly separated into 3 groups in which 0.8 and 16 $\mu\text{g}/\text{Kg}$ of CCL respectively (T1 and T2) and for T3 (placebo) 1 gr of sugar were administered in drinking water for 28 days. In days 1, 7, 14, 21 and 28, three ml of blood were withdrawn from the marginal vein to collect serum. In day 28 after blood sampling they were weighed, sacrificed and the necropsy performed. Liver and heart tissue samples were collected in 10% formalin for histological procedures. CCL detection was performed in blood serum using an ELISA test (RidascreenClenbuterol FAST®). There were no evident macroscopical alterations either in the carcasses or in the tissues of the treated rabbits; nevertheless, in T3 rabbits there was a greater deposition of fat in the carcasses. Histologically in T2 hearts, multiple hemorrhages, and nuclear pleomorphism and rows of nuclei were observed. In the liver of T1 and T2, 25 up to 50% of tissue alteration was evidenced, showing mild to moderate areas of congestion, hydropic degeneration, pyknosis, karyorrhexis and focal areas of necrosis; in 2/5 rabbits from T2 areas of necrosis, neutrophil and macrophage infiltration surrounded by fibroblasts were observed. Only in rabbits from T1 and T2 CCL levels above detection limit were found from day 7 up to day 28, with a gradual increase of 3068 to 8100 ppt.

7 Introducción

El clorhidrato de clenbuterol (CCL) [4-Amino-alfa-[(tert-butylamino) metil]-3, 5-diclorobenzil alcohol hidrocloreto], es un fármaco β -agonista del grupo de los β -adrenérgicos, y posee una vida media de acción prolongada, con la particularidad de almacenarse en hígado y riñón, y con un incremento notorio en la síntesis de proteína muscular (Ramos et al., 2009; Valladares-Carranza et al., 2013).

Para mejorar la conversión alimenticia con un menor costo de producción y “mejores” características de la canal en las especies de abasto, en diferentes unidades de producción animal se ha implementado el uso de β -agonistas adrenérgicos. En México se ha utilizado el clorhidrato de zilpaterol (Castellanos et al., 2006), y el clorhidrato de clenbuterol (Valladares-Carranza et al., 2014). Aunque en particular el uso del CCL en la producción animal está prohibido (Geesink et al., 1993; Kuiper et al., 1998; LFSA, 2007; SAGARPA 2000), se continúa utilizando de manera irracional, constituyendo un riesgo en la salud pública (Daubert et al., 2007).

El tiempo de retiro del CCL cuando se utiliza a una dosis convencional para mejorar la ganancia de peso y rendimiento de la canal en bovinos es de 4 semanas, sin embargo en sobredosisaciones se desconoce el tiempo requerido para que el producto o subproductos de origen animal sean “inocuos” para el consumidor. No obstante, su uso terapéutico adecuado en medicina veterinaria no tendría riesgo de intoxicación, pero debido a la sobreutilización y sobreadministración hasta el último momento en los corrales de engorda del ganado (bovinos, cerdos y aves principalmente), los productos y subproductos consumibles no garantizan el estar libres de dicha sustancia; el tiempo de permanencia de 6, 28 y 56 a 60 días en músculo, riñón e hígado respectivamente, son en el mejor de los casos una cuestión que debe considerarse en inocuidad alimentaria (Elliot et al., 1995; Ramos et al., 2009).

Considerando las particularidades que el conejo tiene por su fisiología y anatomía, para valorar y conocer la cinética del CCL; y además que la carne de conejo actualmente tiene una demanda importante en el mercado nacional, y que si bien al igual de lo que ocurre en otra especie de abasto, es factible que en esta se utilice el CCL, y que pueda repercutir en la salud pública.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la cinética de clorhidrato de clenbuterol en modelo conejo, así como las lesiones histológicas en los organismos expuestos, que al valorarlos pueda referir y ser un dato importante a los efectos producidos, y estos sean similares a lo que pueda ocurrir en los organismos que son expuestos con mayor frecuencia a esta sustancia, incluso en el hombre.

7.1 Materiales y métodos

Se utilizó un modelo biológico usando como material de experimentación 15 conejos Nueva Zelanda, de 8 semanas de edad (peso aproximado de 1.400 Kg). Se identificaron, se pesaron y se alojaron individualmente en jaulas comerciales de 40 x 90 x 40 cm, fueron distribuidos al azar en 3 grupos de tratamiento (T1, T2 y T3), de 5 animales cada uno.

A los grupos del tratamiento 1 y 2 se le administro CCL en el agua de bebida a una dosis de 0.8 y 16 $\mu\text{g}/\text{Kg}$ de peso respectivamente, y al T3 (grupo control) 1 gr de azúcar; en los tres grupos el tratamiento fue a diario, por un periodo de 28 días. Al día 1 (inicio), 7, 14, 21 y 28 se tomaron 3 mL de sangre de la vena marginal auricular para colectar el suero de cada muestra, conservándose en congelación a -8°C hasta su procesamiento. El día 28 después de la toma de las muestras sanguíneas, se pesaron y sacrificaron humanitariamente a todos los animales (SAGARPA, 1996). Posteriormente se realizó la necropsia (Aluja y Constantino, 2002); se tomaron muestras (hígado, riñón y corazón) conservándose en formol al 10% y se enviaron al laboratorio para su fijación en parafina para evaluación histológica.

La detección de los niveles de CCL en suero sanguíneo se realizó por ELISA utilizando el kit RidascreenClenbuterolFast[®]. Para el reporte de resultados se utilizó estadística descriptiva (cuadros y figuras), considerando las lesiones observadas en los tejidos; y las concentraciones séricas de CCL.

7.2 Resultados y discusión

En las observaciones macroscópicas realizadas en los conejos de los grupos de tratamiento T1 y T2, las características de la canal y tejidos como son el: hígado, corazón, riñón no mostraron cambios o lesiones evidentes, salvo que en la canal de los conejos del T3 se observó una mayor deposición de grasa. En cuanto al peso de los diferentes tejidos, se obtuvo un mayor peso promedio del riñón en los conejos del T3 comparativamente con el T1 y T2 a los que se les adicionó CCL. El valor promedio del riñón de los conejos del T3 fue de 18.48 y el valor más bajo correspondió al T1 con 15.72 gr. También en cuanto al peso del hígado, en el T3 se obtuvo el mayor peso promedio por grupo con 96.35 gr contrastando con el obtenido del T1 con un peso de 82.31 gr.

En relación al peso del corazón el valor promedio por grupo obtenido fue distinto, en el T2 hubo un mayor peso con 7.92 y el grupo control de 7.07 gr.

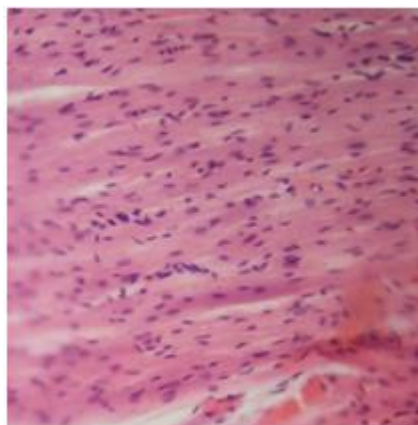
Al considerar el incremento tanto de peso y volumen del corazón de los conejos del T2, la hipertrofia mostrada pudo estar asociada con el efecto de la sustancia; por lo que, tanto el grosor y el peso del corazón se debe a la hipertrofia de células musculares; condición similar descrita por Burniston et al., (2007), en donde refieren que existe una hipertrofia debida al mayor acúmulo y transporte de sustratos al tejido, proceso que incrementa a su vez el peso y volumen de ciertos tejidos.

En relación al efecto del CCL y las alteraciones observadas histológicamente en tejidos parenquimatosos como el hígado y el riñón, la vía de administración refleja un aspecto importante, en donde el CCL al ser absorbido eficazmente en el tracto gastrointestinal pasa a la circulación y a su vez puede depositarse en los tejidos mencionados, ocasionando cambios estructurales y funcionales debido a las propiedades de la sustancia (contenido en su estructura de cloro)(Valladares-Carranza et al., 2013).

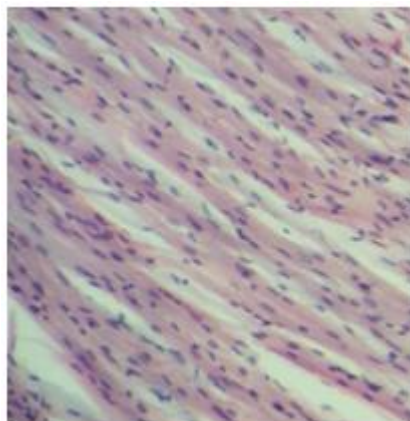
El CCL tiene un efecto importante sobre el músculo estriado, y también se expresa que no es necesaria una dosis muy alta para obtener un efecto marcado (hipertrofia muscular), ya que por el resultado obtenido por grupo al evaluar el peso de la canal de los conejos expuestos, en el T1 se obtuvo el mayor peso con 1924.46 ± 119.02 gr; mientras que el peso obtenido de la canal para el T2, fue de 1848.80 ± 169.90 gr, no observando un efecto adicional mayor al T1.

En las evaluaciones histológicas en los diferentes tejidos considerados, las observaciones más notorias realizadas fueron, en: corazón: hemorragias múltiples, pleomorfismo e hileración nuclear de miocitos en el T2 (Figuras 1, 2 y 3); contrastando parte de nuestros resultados con el estudio realizado in vivo en roedores por Burniston et al., (2007), al adicionar una dosis de 5.0 mg de CCL/Kg, quienes reportaron zonas de necrosis en músculo cardiaco a las 12 horas después de haber sido expuesto el tejido.

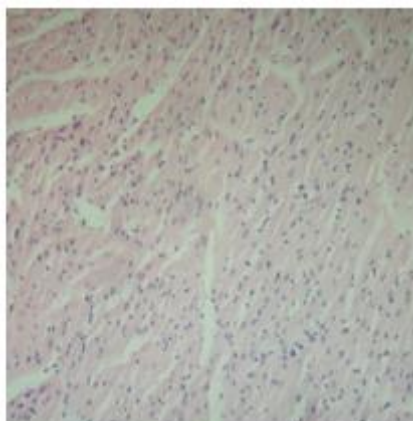
Figura7 Músculo cardiaco T1



Hemorragias y pleomorfismo nuclear. (Tinción H&E.10X)

Figura7.1 Músculo cardiaco T2

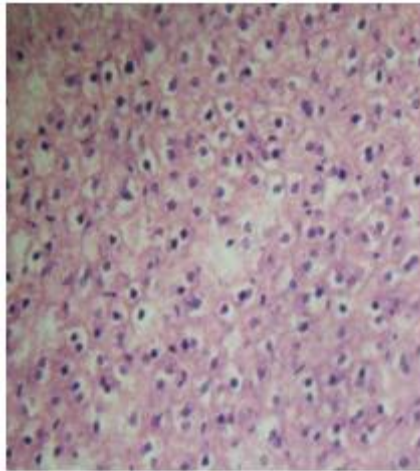
Hileración nuclear. (Tinción H&E.10X)

Figura7.2 Músculo cardiaco GC

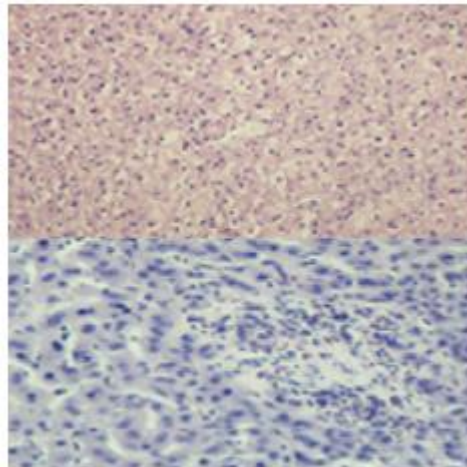
Músculo cardiaco normal. (Tinción H&E. 10X)

Las lesiones degenerativas ocasionadas por el CCL en el hígado de los conejos expuestos (T1 y T2), provocó lesiones en el 25 - 50 % del tejido, lo cual puede atribuirse y asociarse con el tipo de sustancia, cantidad y efecto residual, observando: áreas de congestión de leve a moderada, degeneración hidrópica de hepatocitos, picnosis y cariorexis, áreas de necrosis focal; en 2 de los 5 conejos del T2 se observó lesión franca inflamatoria con necrosis rodeada de fibroblastos, neutrófilos, y macrófagos (Figuras 4, 5 y 6).

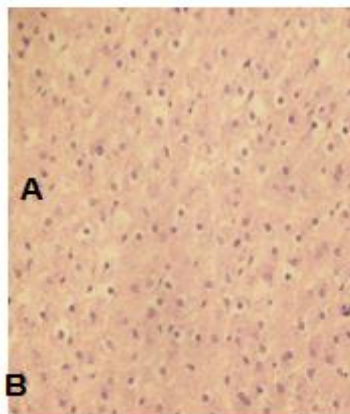
De acuerdo con la funcionalidad hepática y el efecto de cualquier sustancia extraña que ingresa al organismo, esta puede provocar desde una lesión leve a una tan extensa condicionada por la cantidad y el tiempo, así como por la afinidad y mecanismo de acción de la sustancia (Benchekrounet al., 2004; Valladares-Carranza et al., 2013).

Figura7.3 HígadoT1

Degeneración hidrópica difusa de hepatocitos, picnosis y mitosis.
(Tinción H&E. 20X)

Figura7.4 HígadoT2

Degeneración hidrópica difusa de hepatocitos, picnosis y mitosis. B. Reacción inflamatoria con infiltración de neutrófilos, presencia de fibroblastos, picnosis y abundante mitosis. (Tinción H&E. 10X y 20X)

Figura7.5 HígadoGC

Tejido hepático normal. (Tinción H&E. 10X)

En relación con la fisiología urinaria, cinética o deposición del CCL, no se tienen reportes al momento sobre el posible efecto y daño histopatológico que pueda ocurrir a este tejido. Al estudio microscópico en riñón, se observaron cambios significativos en los T1 y T2 en comparación con los del T3, mostrando: congestión de moderada a marcada, y una glomerulitis linfocitaria. Y en el músculo estriado de ambos grupos, de manera general se observó: distribución focal a múltiple de hemorragias, la hileración y pleomorfismo nuclear.

En los conejos del T1 (0.8 $\mu\text{g}/\text{Kg}$ de CCL), al día 1 (inicio), no se detectaron niveles considerados como positivos de CCL a través de la prueba de ELISA. Al día 7 se obtuvo un nivel de 3068 ± 401 ppt (partes por trillón), condición que fue incrementándose paulatinamente en los siguientes muestreos con 4013 ± 263 y 8100 ± 100 ppt para los días 14, 21, 28 respectivamente.

De manera similar en el T2 (16 $\mu\text{g}/\text{Kg}$ de CCL), las detecciones ocurrieron hasta el séptimo día con un valor de 5885 ± 424 ppt, y de una manera homogénea para el día 14 y 21 con un valor de 8099 y para el día 28 de 8100 ± 100 ppt; y para el T3 en los mismos periodos los valores obtenidos de 99ppt se consideran como negativos (Tabla 1).

Tabla7 Concentraciones de CCL (ppt), en suero sanguíneo de conejos en los diferentes tratamientos con base en los diferentes días de evaluación

Tratamiento	1	7	14	21	28
T1 (0.8 $\mu\text{g}/\text{Kg}$ p.v de CCL)	99	3068 ± 401	4013 ± 263	8099 ± 0	8100 ± 100
T2 (16 $\mu\text{g}/\text{Kg}$ p.v de CCL)	99	5885 ± 424	8099 ± 0	8099 ± 0	8100 ± 100
GC (1 gr de azúcar)	99	99	99	99	99

De acuerdo con el periodo de detección de CCL, Sumano *et al.*, (2002), al evaluar la vida media del CCL en conejos, refieren que es factible encontrar cantidades importantes a las 9 horas; a diferencia de lo encontrado en nuestro estudio, en el cual una vez iniciados los diferentes tratamientos adicionando CCL, se encontraron niveles desde el día 7 con un valor de 3068 ± 401 , al día 14 con 4713 ± 263 , día 21 con 8099 y el valor más alto a los 28 días con 8100 ± 100 .

Considerando la cinética y bioacumulación del CCL en las especies animales a las que se les suministra esta sustancia, y al asociar el consumo de productos cárnicos contaminados, existe el riesgo de que en el consumidor puedan ocurrir procesos similares como lo observado en el modelo biológico, y con el consumo continuo de carne contaminada se pueda agravar su salud, más aún si estas padecen problemas de tipo cardiaco (Daubert *et al.*, 2007). En Mexico de manera ilegal y clandestina la distribución, comercialización y uso de CCL se efectúa, sin embargo, el trabajo de las organizaciones ganaderas para el registro de unidades de producción libres de esta sustancia garantizara el consumo de los productos cárnicos.

Asimismo, el proponer el uso de otras sustancias de las cuales hasta el momento no se tiene indicios de toxicidad, propiciarán una productividad sustentable, segura e inocua en las diferentes unidades de producción pecuaria (Ramos *et al.*, 2009).

7.3 Referencias

Aluja AS., Constantino F. (2002). Técnicas de necropsia en animales domésticos. 2^a ed. Manual Moderno. pp. 22-35.

Benchekroun LE., Couton D., Postic C., Borde I., Gaston J., Guillet JG., Andre C. (2004). Overexpression of beta adrenergic receptors in muse liver alters the expression of glconeogenic and glycolytic enzymes. Departments of Immunolofy, Genetics Development and Molecular Pathology and Endoctionology; Institute National de la Santeet de la RechereMedicale, Paris France. E715-E722.

Burniston JG., Clark WA., Lip-Bun T., Goldspink DF. (2007). Dose-dependent separation of the hypertrophic and myotoxic effects of the beta adrenergic receptor agonist clenbuterol in rat striated muscles.Europe PMC Funders Group. 18:1-16.

Castellanos RAF., Rosado RJG., Chel GLA., Betancur AD. (2006). Empleo de zilpaterol en novillos con alimentación intensiva en Yucatán, México. *Arch. Latinoam. deProduc. Anim.* 2: 21-16.

DaubertGP.,Mabasa VH., Leung VW., Aaron C. (2007). Acute clenbuterol overdose resulting in supraventricular tachycardia and atrial fibrillation. *J. of Med. Toxicol.*, 3: 56-60.

Elliot CT., McCaughey WJ., Crooks SR., McEvoy JD., Kennedy DG. (1995). Residues of clenbuterol in cattle receiving therapeutic doses: implication of differentiating between legal and illegal use. *Vet. Q.*, 17:100-102.

GeesinkGH.,Smoulders JFM., Van Lack JM. (1993). Effects on Meat Quality of the Use of Clenbuterol in Veal Calves.*Livestock Production Science.* 15:271-279.

Kuiper HA., Noordam MY., Dooren MMH., Flipsen R., Van Schilt C., Roos AH. (1998). Illegal Use of Beta Adrenergic Agonists.*J.Anim. Sci.*, 76: 65- 72.

Ley Federal de Sanidad Animal (LFSA).(2007). Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. Diario Oficial de la Federación 27 de Julio del 2007.

Ramos F., Baeta ML., Reis J., Silveira MIN. (2009). Evaluation of the ilegal use of clenbuterol in portuguese cattle farms from drinking wáter, urine, hair and feedsamples. *FoodAdditives and Contaminants*, 26 (6): 814-820.

SAGARPA. (2000). Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Norma Oficial Mexicana. NOM-061-ZOO-1999. Especificaciones zoosanitarias de los productos alimenticios para consumo animal. Diario Oficial de la Federación.

SAGARPA. (1996). Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Norma Oficial Mexicana NOM-033-ZOO-1995. Sacrificio humanitario de los animales domésticos y silvestres. Diario Oficial de la Federación.

SumanoLH.,Ocampo CL., Gutiérrez L. (2002). Clenbuterol and other beta agonists, are they an option for meat production or threat for public health. 12:137-159.

Valladares-Carranza B., Velazquez-Ordoñez V., Zamora-Espinosa JL., Aviles-Martinez JA., Zaragoza-Bastida A., Posadas-Sanchez MA.(2013). Implications of the Use of Clenbuterol Hydrochloride in Beef Cattle. In Salem, A.F.Z.M., Ed., Nutritional Strategies of Animal Feed Additives, Nova Science Publishers, Inc., New York. pp. 185-196.

Valladares-Carranza B., Bañuelos-Valenzuela R., Peña-Betancourt SD., Velázquez-Ordoñez V., Velázquez-Armenta Y., Nava-Ocampo A. (2014). Illegal use of clenbuterol in cattleproduction in México. Health, 6:673-676. <http://dx.doi.org/10.4236/health.2014.68087>.

Calidad de harina y masa de trigo harinero de temporal

Víctor Morales, Eliel Martínez, Dulce Santiagoy Gilberto Fajardo

V. Morales, E. Martínez, D. Santiago y G. Fajardo
Universidad Tecnológica de Xicotepec de Juárez Pue. AV. Universidad Tecnológica N°1000. Col Tierra
Negra. Xicotepec de Juárez, Pue. C.P. 73080.
victor_morales79@hotmail.com

M.Ramos.,V.Aguilera.,(eds.) Ciencias Agropecuarias, Handbook -©ECORFAN- Valle de Santiago,
Guanajuato, 2014.

Abstract

In 2012, Mexico imported 4.1 million tons of milling wheat. An alternative to diminish the importation is producer of wheat rain fall conditions. The objective of this research was to evaluate the quality of flour and dough of bread wheat rainfall conditions, for wish to used 20 wheat varieties that were planted in two locations in the state of Mexico. The results indicated significant differences between locations and genotype. The location of Santa Lucia present 12.2% of protein contained, 60.4 ml of sedimentation volume, strong dough ($W > 300 \times 10^{-4} J$) and extensible ($PL = 0.9$), whereas Juchitepec indicated 8.8 % protein contained, 42.7 ml sedimentation volume, were medium strong ($W = 205 \times 10^{-4} J$) and dough tenacious ($PL = 2.1$). An other hand, the varieties Bárcenas S2002, Salamanca S75, Maya S2007, Urbina S2007 and Cortázar S94 showed $< 10.5\%$ protein contained, < 46 ml sedimentation volume, $< 200 \times 10^{-4} J$ strength dough, so these varieties are recommended in the preparation of cookies and tortillas. While that the varieties Monarca F2007, Norteña F2007, Triunfo F2004 and Tlaxcala F2000 indicated $> 10.6\%$ protein contained, > 59 ml sedimentation volume, $W > 300 \times 10^{-4} J$ strong dough, are suitable for use in the baking industry.

8 Introducción

Después del maíz y el frijol, el trigo es una de las tres fuentes más importantes de nutrientes de bajo costo en la dieta del mexicano, sobre todo para las poblaciones rurales y urbanas de escasos recursos. Además, tanto el cultivo de trigo como su procesamiento y consumo, generan una importante derrama económica y un gran número de empleos en varios sectores y actividades de la cadena del sistema producto trigo. Es por esto que el trigo como producto básico y su cultivo son de gran relevancia para el desarrollo socioeconómico de México (Peña et. al., 2008).

El trigo harinero (*Triticum aestivum* L.) y cristalino (*Triticum durum* L.) se cultiva en más de 20 estados de la República Mexicana. Sin embargo, el 80% de la producción se concentra en la zona norte (principalmente en el noroeste) y en Guanajuato, en el ciclo otoño-invierno (O-I) bajo condiciones de riego. El resto se produce, en su mayoría, en regiones del centro y el altiplano central, en el ciclo primavera-verano (P-V) en condiciones de temporal. En año 2012, México consumió 5.4 millones de toneladas (MT) de trigo harinero, mientras que su producción nacional fue de 1.3 MT, de las cuales 0.8 MT fueron de trigos panificables (masa fuerte) y 0.5 MT de trigos galleteros (masa débil), por lo que importó 4.1 MT de los Estados Unidos y Canadá (CANIMOLT, 2012).

Una alternativa para aumentar la producción de trigo harinero panificable en nuestro país, para contribuir a cubrir la demanda de la industria nacional, es incrementar la superficie sembrada bajo condiciones de temporal en zonas donde la siembra de maíz se siniestra debido a las sequias iniciales o heladas tempranas, por lo que el trigo sería una alternativa debido a su menor ciclo de cultivo (Vázquez et. al., 2012).

La producción de trigo de temporal en nuestro país ascendió en 2012 a 180, 966 ton, siendo los principales estados productores Tlaxcala y Edo. de México con 104, 299 y 27 876 ton, respectivamente, lo que representó el 73% de la producción nacional.

En el caso específico del Edo. de México para este mismo año se produjeron 27, 876 ton en una superficie de 9, 676 ha, siendo los municipios de Juchitepec e Ixtapaluca los que mayor producción aportaron con 9,292 y 5,800 ton, respectivamente. Adicionalmente Juchitepec presentó el rendimiento promedio mayor en todo el estado con 3.5 ton*ha-1 (SIAP, 2014).

Una ventaja de estados como Tlaxcala, Edo de México, Puebla e Hidalgo es su cercanía a los principales centros de molienda y consumo, como lo son el Distrito Federal y Estado de México quienes demandan más del 60% del grano que se muele en nuestro país, por lo que su producción pueden ser una opción más para el molinero (CANIMOLT, 2012).

La productividad y la calidad industrial del trigo están controladas principalmente por las características genéticas de la variedad que se cultiva. Sin embargo, estas características son parcialmente modificadas positiva y negativamente por el manejo agronómico (la disponibilidad de nutrientes en el suelo, la fertilización nitrogenada, las flechas de siembra, el control de plagas y enfermedades) y por las condiciones climatológicas que prevalecen durante el ciclo de cultivo (la temperatura ambiental, el fotoperiodo [horas de luz natural] y la disponibilidad de agua). Los criterios de calidad de harinas y sémolas para usos diversos se establecen en base en las propiedades físicas (granulometría, absorción de agua y otras), químicas (cantidad y calidad de proteína) y de procesamiento (tolerancia de la masa al sobre amasado, fuerza y extensibilidad de masa así como volumen de pan), las cuales se determinan principalmente en función de la composición del grano de trigo (Ackroydet.al., 2014).

Las variedades de trigo que se siembran en las diferentes regiones productoras de México son el resultado de muchos años de investigación por parte del INIFAP y otros centros de investigación. Dentro de los criterios de selección que estas instituciones aplican, la calidad constituye un componente muy importante, al grado de que, al no contener las características de calidad que requiere la industria harinera, muchas líneas experimentales de alto potencial de rendimiento no llegan a convertirse en variedades. Este hecho muestra que en teoría todas las variedades que se siembran en México deben cumplir con los estándares de calidad que para el propósito se exigen. Uno de los argumentos de los industriales en contra de la producción del trigo harinero de temporal es que no reúne las características de calidad demandada por la industria nacional. Por lo que el objetivo de esta investigación fue evaluar la calidad de harina y la reológica de masas obtenidas de variedades de trigo harinero de reciente liberación, cosechadas bajo condiciones de temporal.

8.1 Materiales y Métodos

El trabajo de evaluación se realizó en el laboratorio de Farinología del Campo Experimental del Valle de México (CEVAMEX), se encuentra ubicado en Km 13.5 carretera Los Reyes – Texcoco, Coatlinchan, Texcoco, Estado de México.

El material experimental fue obtenido del ciclo de producción primavera-verano 2012. Las 20 variedades seleccionadas fueron obtenidas del campo experimental de Roque- Celaya, Guanajuato (Tabla1), de las cuales 12 genotipos se recomiendan para su siembra en temporal y 8 para riego.

Tabla8 Variedades de riego y de temporal utilizadas

No/PARC	R*	T*	G1*	G2*	G3*	G4*
1.Temporalera(M87)		X		X		
2. Gálvez (M87)		X		X		
3.Salamanca (S86)	X				x	
4.Cortazar(S96)	X				x	
5.Batan (F96)		X		X		
6.Barceñas (S2000)	X				x	
7.Tlaxcala(F2000)		X		X		
8.Nahuatl(F2000)		X		X		
9.Rebeca(F2000)		X		X		
10.Triunfo(F2004)		X		X		
11.Josecha(F2007)	X				X	
12.Monarca(F2007)	X				X	
13.Norteña(F2007)	X				X	
14.Maya (S2007)	X				X	
15.Urbina (S2007)	X				X	
16.Nana(F2007)		X		X		
17.Altiplano(F2007)		X		X		
18.Chicolote("S")		X		X		
19.Don calos		X		X		
20.Sta, lucia		X		X		

*Definiciones: R= riego, T= temporal, G1= masa fuerte, G2= Masa medio fuerte, G3= Masa débil, G4= masa tenaz.

Las variedades se produjeron en las localidades de Juchitepec y Santa Lucía en el Estado de México. El diseño experimental corresponde a las dos localidades como bloques completos y las variedades como tratamientos con tres repeticiones por cada variable respuesta.

Las variables respuesta de calidad de la masa evaluadas fueron: volumen de sedimentación (ml), proteína en harina (%), tiempo de amasado (min), estabilidad al amasado (min), tolerancia al sobreamasado (mm), altura del mixograma (mm), fuerza de la masa ($W \times 10^{-4} J$) y la relación tenacidad-extensibilidad (PL).

La determinación de Proteína en harina se realizó por el método de espectrofotometría de infrarrojo cercano, mediante el equipo automatizado FOSS NIR System (AACC Método 39-10). La prueba de sedimentación se realizó mediante el método de Zeleni (AACC Método 56-61). La evaluación reológica de las masas se determinó mediante el uso del alveografo de Chopin utilizando el software Alveolink NG (AACC Método 54-30) y el mixografo (AACC Método 54-40).

El proceso estadístico se realizó utilizando el software SAS versión 9.1, aplicando el análisis de varianza y una prueba de comparación de medias por el método de tukey a $\alpha=0.05$ para identificar las diferencias entre localidades y variedades (SAS, 2002).

8.2 Resultados y Discusión

En el Cuadro se presentan los cuadrados medios del análisis de varianza. Se encontraron diferencias significativas para volumen de sedimentación, proteína en harina, tiempo de amasado, fuerza de la masa y la relación tenacidad-extensibilidad entre localidades y genotipo. Adicionalmente entre localidades hubo diferencias significativas para altura del mixograma. Mismo comportamiento se observó entre genotipos donde no se encontraron diferencias significativas para estabilidad al amasado, tolerancia al sobreamasado y adicionalmente para altura del mixograma. Lo anterior indica que la expresión final de dichas características de la masa son definidas por el genotipo y por el ambiente. Lo anterior concuerda con lo reportado por Hortelano et al. (2013); Vásquez et al. (2012).

Tabla 8.1 Cuadrados medios del análisis de varianza de variables calidad de la masa de trigo harinero. P-V, 2012

FV	G L	VS	PH	TA	EA	TSA	ALM	W	PL
Localidad (L)	1	6230.4**	237.0* *	1.2* *	0.053n s	0.01n s	2899.2* *	513344.4* *	27.9* *
REP(LOC)	2	49	4.8	0.36	0.44	2.67	15.6	687.6	0.36
Genotipo (G)	19	255.5**	0.75* *	0.32 *	0.46ns	1.37n s	43.4	45488.3* *	1.1** *
L*G	19	65.47* *	1.2** *	0.23	0.31ns	0.75n s	39.2	7381.5** *	0.39* *
Error	38	28.3	0.3	0.16	0.29	10.5	25.6	1672.3	0.15
Total	79								
Media		51.5	10.5	2.3	2.4	8.8	59.9	314.6	1.4
CV		10.3	5.4	17	22.5	36.7	8.4	12.9	26.3

La localidad de Santa Lucia superó a Juchitepec para las variables de proteína en harina y volumen de sedimentación, lo anterior concuerda con lo reportado por Hruskova y Famera, (2003), quienes asociaron contenidos altos de proteína en harina con volúmenes altos de sedimentación.

Para el caso de las variables de amasado, tiempo, estabilidad y tolerancia, no hubo diferencia significativa entre las localidades analizadas, sin embargo, para altura de mixograma Santa Lucia superó a Juchitepec, debido a que dicha variable se asocia positivamente con mayor porcentaje de proteína en la harina. Por otro lado, con base en su W y PL, Santa Lucia se clasificó como de masa fuerte ($W = 406.5 \times 10^{-4}J$) con mayor extensibilidad ($PL=0.9$), mientras que Juchitepec se caracterizó por presentar masa de fuerza media ($205.9 \times 10^{-4}J$) y tenaz por su $PL= 2.1$.

Tabla 8.2 Comparación de medias entre localidades de temporal de variables de calidad de la masa. P-V, 2012

Variable/localidad	Santa Lucia	Juchitepec
Proteína en harina (%)	12.2 a	8.8 b
Volumen de sedimentación (ml)	60.4 a	42.7 b
Tiempo de amasado (min)	2.4 a	2.2 a
Estabilidad al amasado (min)	2.4 a	2.3 a
Tolerancia al sobreamasado (mm)	8.8 a	8.8 a
Altura del mixograma (mm)	66.0 a	53.7 b
Fuerza de la masa	406.5 a	205.9 b
Relación tenacidad-extensibilidad	0.9 a	1.1b

†Valores medios con diferente letra en la misma fila son estadísticamente diferentes ($p \leq 0.05$).

El contenido de proteína en harina vario de 9.7% en Rebeca F2000 a 11.1% en Náhuatl F2000. Las variedades Bárcenas S2002, Santa Lucia, Maya S2007, Salamanca S75, Cortazar S94 y Urbina S2007 muestran contenidos de proteína menores de 10.5%, característico de harinas para galleta. Las variedades Náhuatl F2000, Norteña F2007, Tlaxcala F2000, Monarca F2007 presentan contenido de proteína mayores de 10.6%, Cuadro 3. Los valores para volumen de sedimentación variaron de 35.0 ml en Urbina S2007 a 62.0 ml en Triunfo F2004. De manera general, se observa que las variedades recomendadas para la elaboración de galleta como Maya S2007, Salamanca S75, Cortazar S94 y Urbina S2007, se asocian a menores valores sedimentación, <46 ml, contrario a las variedades panaderas como Triunfo F2004, Náhuatl F2000 y Norteña F2007 que muestran volúmenes mayores a 59 ml.

Tabla 8.3 Comparación de medias entre variedades para volumen de sedimentación (VS) y proteína en harina (PH). P-V, 2012

VARIEDAD	VS	PH
	(ml)	(%)
Triunfo F2004	62.0 a [†]	10.8 a
Náhuatl F2000	61.5 a	11.1 a
Norteña F2007	60.7 a	11.0 a
Tlaxcala F2000	59.2 ab	10.8a
Monarca F2007	59.0 ab	10.6 ab
Rebeca F2000	56.2 abc	9.70 c
Temporalera M87	55.7 abc	10.5 ab
Josecha F2007	54.7 abcd	10.1 b
Altiplano F2007	53.7 abcd	11.2 a
Batan F96	53.5 abcd	10.2 b
Chicalote	53.0 abcd	10.7 ab
Gálvez M87	52.2 abcd	11.0 a
Don carlos	51.5 abcd	10.9 ab
Nana F2007	51.2 abcde	10.2 b
Bárcenas S2002	46.2 abcde	10.6 ab
Santa Lucia	44.5 cdef	10.4 b
Maya S2007	43.5 cdef	10.1 b
Salamanca S75	40.7 def	10.1 b
Cortazar S94	37.0 ef	10.3 b
Urbina S20074	35.0 f	1.2 10.3 b

[†]Valores medios con diferente letra en la misma columna son estadísticamente diferentes ($p \leq 0.05$)

El tiempo de amasado varió de 1.8 a 2.9 min, para las variedades Maya S2007 a Tlaxcala F2000, respectivamente. Por otro lado, de manera general las variedades recomendadas para panificación presentaron tiempos de amasado de 2.2 a 2.9 min, mientras que las variedades galleteras se asociaron a tiempos de amasado menores a 2.2 min, Cuadro 4. Lo anterior concuerda con Wikstrom y Bohlin (1996) quienes reportaron que mayores tiempos de amasado se asociaron con buena calidad panadera.

Tabla 8.4 Comparación de medias entre variedades para variables de amasado. P-V, 2012

Variedad	TA	EA	TSA	AL
	(min)	(min)	(mm)	(mm)
Tlaxcala F2000	2.9 a [†]	2.9 a	7.5 a	61.0 a
Náhuatl F2000	2.8 ab	3.0 a	7.0 a	63.0 a
Rebeca F2000	2.7 ab	2.6 a	7.5 a	64.7 a
Josecha F2007	2.6 ab	2.7 a	7.2 a	60.0 a
Altiplano F2007	2.5 ab	2.4 a	7.5 a	57.7 a
Monarca F2007	2.5 ab	2.5 a	10.0 a	61.2 a
Triunfo F2004	2.4 ab	2.7 a	6.5 a	65.0 a
Batán F96	2.4 ab	2.4 a	6.0 a	56.2 a
Temporalera M87	2.3 ab	2.9 a	6.7 a	59.2 a
Gálvez M87	2.3 ab	2.5 a	8.5 a	54.2 a
Barcenás S2002	2.3 ab	2.6 a	8.2 a	60.2 a
Santa Lucía	2.2 ab	2.2 a	12.0 a	65.7 a
Nana F2007	2.2 ab	2.2 a	8.7 a	56.7 a
Chicalote	2.1 ab	2.2 a	10.0 a	62.2 a
Urbina S2007	2.1 ab	2.2 a	10.7 a	58.2 a
Salamanca S75	2.1 ab	2.1 a	8.7 a	56.2 a
Norteña F2007	2.0 ab	1.8 a	12.7 a	62.7 a
Cortazar S94	2.0 ab	1.9 a	10.3 a	57.0 a
Don carlos	1.9 ab	2.1 a	10.2 a	60.2 a
Maya S2007	1.8 b	1.8 a	11.0 a	56.2 a

[†]Valores medios con diferente letra en la misma columna son estadísticamente diferentes ($p \leq 0.05$). TA = tiempo de amasado, EA = estabilidad al amasado, TSA = tolerancia al sobreamasado, ALM= altura del mixograma.

La fuerza de la masa vario de 118 a 535 $\times 10^{-4}$ J, dichos valores correspondieron a la variedades Cortazar S94 y Monarca F2007, cuadro 5. Por otro las variedades Bárcenas S2002, Salamanca S75, Maya S2007, Urbina S2007 y Cortázar S94 se caracterizaron por presentar valores de fuerza de la masa menores a 200 $\times 10^{-4}$ J por lo que dichas variedades se recomiendan en la elaboración de galletas y tortillas, además que pueden ser usadas en mezclas con harinas de masas fuertes-tenaces.

En este mismo cuadro se observa que el resto de las variedades se clasificaron como de masa medio fuerte a fuerte, por sus W mayores a 200, estas variedades de mayor fuerza son apropiadas para su uso en la industria de la panificación. Lo anterior concuerda con Neacsu et al. (2009) quienes asociaron masa fuerte con mayor volumen de pan. El rango de PL fue de 2.4 en Josecha F2007 a 0.5 en Gálvez M87. Valores de $PL > 1.2$ se clasifican como masas tenaces, por lo que, la mayoría de las variedades fuertes se asociaron a este tipo de masas. Mientras que las variedades de masas débiles como: Bárcenas S2002, Salamanca S75, Maya S2007, Urbina S2007 y Cortázar S94 mostraron valores de $PL < 1.2$, las cuales se clasificaron como masas extensibles.

Tabla 8.5 Comparación de medias entre variedades para fuerza (W) y la relación tenacidad-extensibilidad (PL) de la masa. P-V, 2012

Variedad	W ($\times 10^{-4}J$)	PL (0.1-6.0)
Monarca F2007	535.0 a [†]	1.8 abcd
Norteña F2007	513.0 ab	1.6 abcde
Náhuatl F2000	484.0 abc	1.6 abcde
Triunfa F2004	473.0 abcd	1.9 abc
Rebeca F2000	471.0 abcd	1.4 abcde
Tlaxcala F2000	422.6 abecda	1.8 abc
Temporera M87	402.0 bcde	1.6 abcde
Altiplano F2007	399.5 bcde	1.8 abc
Josecha F2007	378.0 cdef	2.4 a
Bátan F96	359.7 defg	2.0 ab
Chicalote	303.5 efgh	1.6 abcde
Nana F2007	301.5 efgh	1.7 abcd
Don Carlos	299.7 efgh	1.4 abcde
Gálvez M87	255.0 fghi	0.5 e
Santa Lucia	240.2 ghij	2.0 abc
Bárcenas S2002	185.5 hij	0.9 bcde
Salamanca S75	180.7 hij	0.8 cde
Maya S2007	163.7 ij	1.0 bcde
Urbina S2007	136.7 ij	0.6 de
Cortázar S94	118.7 j	1.0 bcde

8.3 Conclusiones

Las variedades cosechadas en ambientes de temporal del estado de México mostraron variables de calidad de la masa apropiadas para su uso en la industria galletera o de panificación.

La localidad de Santa Lucia favoreció el contenido de proteína así como la fuerza y extensibilidad de la masa, mientras que Juchitepec se asoció con mayor tenacidad de la masa.

Mediante la evaluación de la fuerza de la masa y la relación tenacidad extensibilidad es posible identificar las localidades y variedades que favorecen o disminuyen estas características, información útil para el industrial para clasificar la calidad de la cosecha.

8.4 Agradecimientos

Este trabajo fue apoyado por el Fondo Sectorial SAGARPA-CONACYT-COFUPRO. Proyecto No. 146788. La Estancia de Investigación se realizó en el Laboratorio del Farinología del CEVAMEX-INIFAP. La Universidad Tecnológica de Xicoteppec de Juárez Puebla apoyo la estancia de investigación mediante el programa de movilidad docente con recurso de PIFI.

8.5 Referencias

American Association of Cereal Chemists. 2000. Approved Methods of the AACC, 10th ed. The Association: St. Paul, MN.

Aykroyd W. R., Doughty Joyce, (1978). El trigo en la alimentación humana. Fao Inter-Departmental Working Group. Pág. 4-7.

Bloksma, A. H., and Bushuk, W. (1988). Rheology and chemistry of dough. In: Wheat: Chemistry and Technology. Y. Pomeranz, ed. Am. Assoc. Cereal Chem.: St. Paul, MN. Pages 131-217.

CANIMOLT (2012). Reporte Estadístico al 2012. Cámara Nacional de la Industria Molinera de Trigo, México.

Hortelano S R R; Villaseñor Mir H E; Martínez C E; Rodríguez G M F; Espitia R E; Mariscal A L A. (2013). Estabilidad de variedades de trigo recomendadas para siembras de temporal en los Valles Altos de la Mesa Central. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. 4(5): 713-725.

Hruskova M. and Famera O. (2003). Prediction of wheat and flour Zeleny sedimentation value using NIR technique. Czech J. Food Sci. 21: 91-96.

Neacsu, A., Stanciu, G. and Săulescu, N.N. 2009. Most suitable mixing parameters for use in breeding bread wheat for processing quality. Cereal Research Communications 37: 83-92.

Peña Bautista, R.J., Pérez Herrera, P., Villaseñor Mir, E., Gómez Valdez, M.M., Mendoza Lozano, M.A. (2008). Calidad de la cosecha de trigo en México. Ciclo primavera-verano 2007. MEXICO D.F. Pág.1-5.

SAS Institute (2002). SAS/STAT User's Guide: GLM VARCOMP. 6.04. Fourth edition Cary, NC, USA. pp: 891-996.

SIAP (2014). Servicio de información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera. Obtenido de la red. www.siap.gob.mx. Marzo 2014.

Vázquez D., Berger A. G., Cuniberti M., Bainotti C., Zavariz de Miranda M., Scheeren P. L., Jobet C., Zúñiga J., Cabrera G., Verges R., y Peña R. J. (2012). Influence of cultivar and environment on quality of Latin American wheats. *Journal of Cereal Science* 56 (2012) 196-203.

Wikstrom K. and Bohlin L. (1996). Multivariate analysis as a tool to predict bread volume from mixogram parameters. *Cereal Chem.* 73(6): 686-690.

Comportamiento agronómico y productivo de maíces criollos mejorados y sus progenitores en dos fechas de siembra

Francisco Cervantes, Martín Cano, Guadalupe Rivera, Hugo Cisneros, José Rangel, Mariano Mendoza y Enrique Andrio

F. Cervantes, M. Cano, G. Rivera, H. Cisneros, J. Rangel, M. Mendoza y E. Andrio
Instituto Tecnológico de Roque. ²Estudiante de Posgrado, Instituto Tecnológico de Roque, Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria. [§]Autor responsable: frcervantes@itroque.edu.mx

M. Ramos., V. Aguilera., (eds.) Ciencias Agropecuarias, Handbook -©ECORFAN- Valle de Santiago, Guanajuato, 2014.

Abstract

Although a widerange of improved varieties on the market, this technology is not available to many farmers because it is often not possible to get or because its price is very high. The objective of this research was to evaluate the agronomic improved landraces and their parents in two sowing dates. Ten maize genotypes were evaluated: Celaya native, Cuenda native, H-374C, variety Roque, M1 (Celaya \times H-374C), M2 (Celaya \times V-322), M3 (Cuenda \times Roque), M1RC1 (M1 \times Celaya), M2RC1 (M2 \times Celaya) and M3RC1 (M3 \times Cuenda), of which the H-374C and V-322C belong to CEBAJ-INIFAP and other genotypes are owned breeding program of the ITR landraces. The following characters were evaluated: days to silking, ear health, prolificacy index, field performance and components. Where each experimental unit consisted of six rows 10 meters long, an experimental design of randomized complete block with 10 genotypes and three replications. Combined analysis of variance was performed through planting dates using the PROC GLM procedure of SAS (SAS, 1999) view. 8.1 test and multiple comparison of means according to Tukey was 0.05. There were significant differences ($p \leq 0.01$) among genotypes for female flowering, field performance, ear health and prolificacy index. Similarly, the genotypes showed a strong genetic diversity for yield components. Regarding planting date evaluation was statistical effect for days to silking, field performance, ear health and ear prolificacy index, as well as yield components. Thus, the first planting date provided the best performance for most of the variables evaluated.

9 Introducción

La diversidad genética del maíz (*Zea mays* L.) en México se mantiene primordialmente gracias a la prevalecía y al uso de esta gramínea en las comunidades rurales e indígenas. Así, las razas de maíz nativo en México generan su propia dinámica fundamental por la selección natural y por la selección de los agricultores. Sin embargo, en la actualidad los maíces nativos como polos fitogenéticos de biodiversidad se ven amenazados de forma creciente por factores bióticos, abióticos, socioeconómicos, políticos y comerciales, entre otros (Vidal et al., 2010). Actualmente, se considera que existen en el continente Americano entre 220 y 300 razas de maíz (Brown y Goodman, 1977; Vigouroux et al., 2008); en México, según diferentes autores e instituciones se salvaguardan entre 41 a 65 razas de maíz (Ortega-Paczka et al., 1991; LAMP, 1991; Sánchez et al., 2000).

En el Programa de Mejoramiento de Razas a Nivel Nacional de la Universidad Autónoma de Chapingo, se evaluaron 42 accesiones y se obtuvieron las primeras retrocruzas en la generación F3 o retrocruza (BC1F3); el método de “retrocruza limitada” resultó un buen procedimiento para mejorar las razas de maíz y obtener variedades en poco tiempo. La técnica de retrocruza mejora las características cuantitativas del maíz, tales como rendimiento de grano, arquetipo de planta y mazorca, días a floración, madurez y adaptabilidad (Márquez et al., 2000). Se han reportado resultados donde han evaluado el mejoramiento genético a través de retrocruzas en maíz y muestran que el rendimiento de grano se incrementó en 30% con respecto de sus progenitores (Márquez et al., 2000 y Vázquez et al., 2003). Por otro lado, Vázquez et al. (2003), encontraron que el 60% de las retrocruzas hechas en maíz tuvieron un peso hectolitro mayor o igual al mínimo establecido en la norma mexicana de calidad (74 KghL⁻¹). La cual establece que para que un genotipo de maíz este dentro de norma debe de encontrarse entre los valores de 70 a 80 K HI⁻¹.

Por otra parte, Medina et al. (2002) mencionan que la interacción genotipo por localidad evidenció un comportamiento diferencial entre los genotipos para el rendimiento de campo en maíz. Otros estudios indican que la interacción genotipo por ambiente ha mostrado un comportamiento diferencial entre variedades e híbridos de maíz (Medina et al., 2002).

Del mismo modo, Ramírez et al. (2003), encontraron efecto estadístico entre localidades para rendimiento de grano en genotipos de maíz.

9.2 Materiales y métodos

La presente investigación se llevó a cabo en el ciclo agrícola Primavera-Verano 2012 en el campo experimental del Instituto Tecnológico de Roque (ITR), ubicado en Celaya, Gto. en el km. 8 de la carretera Celaya - J. Rosas, ubicado en las coordenadas 20°31' LN y 100°45' LO y a una altura de 1765 msnm. El clima del sitio experimental es semicálido BS1Hw (e), con una precipitación de 550 a 710 mm durante el año y temperatura media anual de 18.4 °C (García, 1973). Los suelos son de tipo Vertisol Pélico, que se caracterizan por ser arcillosos de coloración oscura.

Se realizaron dos fechas de siembra; la primera fecha fue el 15 de abril (fecha de siembra temprana) y la segunda se efectuó el 15 de junio (fecha de siembra tardía) de 2012. La siembra se realizó de forma manual a una distancia de 20 cm entre semilla para tener una densidad de población de 66 500 plantas por hectárea. Se utilizaron 10 genotipos de maíz; Criollo Celaya, Criollo Cuenda, H-374C, V. Roque, Mestizo 1 (C. Celaya x H-374C), Mestizo 2 (C. Celaya x V 322) y Mestizo 3 (C. Cuenda x V. Roque), M1RC1 (mestizo 1-retrocruza 1), M2RC1 (mestizo 2-retrocruza 1) y M3RC1 (mestizo 3-retrocruza 1) y se utilizó un Diseño Experimental de Bloques Completos al Azar con 10 genotipos y tres repeticiones. Cada unidad experimental estuvo constituida por 6 surcos de 10 metros de longitud y separados a 0.75 metros.

En el experimento se realizó un barbecho a una profundidad de 30 cm, posteriormente se dieron dos pasos de rastra y se surcó a 0.75 m de separación entre surcos. En la fecha de siembra temprana (Abril) se aplicó un riego de siembra y tres riegos de auxilio; los riegos de auxilio se aplicaron en estado V6 (visible el cuello de la hoja 6), el segundo en V12 (visible el cuello de la hoja 12) y el último en R1 (emisión de estigmas). Mientras que, para la fecha de siembra tardía (Junio) se aplicó el riego de siembra y sólo un riego de auxilio en estado V6, esto por la buena distribución de las lluvias.

Todos los riegos fueron de forma rodada utilizando tubos de pvc con compuertas de 6 pulgadas de diámetro. Se aplicó la dosis fertilización de 240-60-00. Aplicando el 50 % del nitrógeno y todo el fósforo al momento de la siembra. El resto del nitrógeno se aplicó de forma manual a los 40 días después de la siembra. Como fuentes de fertilizantes se emplearon urea (46-00-00) y la fórmula 18-46-00 (DAP). Se aplicó el herbicida selectivo Sansón (nicosulfuron: 2-(4,6-dimetoxipirimidin-2-ilcarbomoilsulfamoil)-N,N-dimetilnicotinamida) a una dosis de 2 L ha⁻¹ con mochila de 15 L. Finalmente, se aplicó el herbicida secante Paraquat para hoja angosta y 2-4-D para hoja ancha cuando el cultivo se encontraba en madurez fisiológica y se aplicó DISPARO* (clorpirifos etil + permetrina) a una dosis de 1 L ha⁻¹ para el control de gusano cogollero.

Se registraron las siguientes características: floración femenina, sanidad de mazorca, índice de prolificidad y el rendimiento de campo. La floración femenina se obtuvo al cuantificar los días transcurridos del primer riego hasta que el 50 + 1% de las plantas presentaban estigmas de 2 a 3 centímetros de largo; la sanidad de mazorca se obtuvo del total de las mazorcas de la parcela útil y se sacó el porcentaje de mazorcas podridas por hongos. Por otro lado, el índice de prolificidad se obtuvo dividiendo el total de las mazorcas cosechadas con el número total de plantas de la parcela útil y para el rendimiento de campo, se pesaron las mazorcas de cada parcela útil (2 surcos de 5 m de longitud) y se estimó el rendimiento en kg ha^{-1} ajustado a un 12 % de humedad.

Por otra parte, en una muestra de cinco mazorcas tomadas al azar de cada unidad experimental se registraron los siguientes caracteres: diámetro de mazorca, longitud de mazorca y el número de granos por hilera. Finalmente, se registró el Peso volumétrico para cada genotipo; donde todas las mazorcas fueron desgranadas y pesadas en una balanza de peso volumétrico y el resultado fue expresado en kg hL^{-1} .

Para todos los caracteres evaluados se hizo un análisis de varianza combinado a través de fechas de siembra usando el procedimiento PROC GLM del paquete estadístico SAS (SAS, 1999) ver 8.1. La comparación múltiple de medias se realizó de acuerdo a la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

9.3 Resultados y discusión

El análisis de varianza combinado a través de fechas de siembra (Tabla 9), para características agronómicas; se observan diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0.01$) entre los genotipos para la floración femenina, el rendimiento de campo y sanidad de mazorca. Sin embargo, no hubo efecto para el índice de prolificidad (número de mazorcas cosechadas entre el número total de plantas). Con respecto al efecto de la fecha de siembra de evaluación, se aprecia que este factor afectó significativamente ($P \leq 0.01$) todas las variables estudiadas. La interacción genotipo-ambiente, mostró efectos estadísticos ($P \leq 0.05$) para sanidad de mazorca e índice de prolificidad.

Tabla 9 Análisis combinado a través de ambientes para caracteres agronómicos en genotipos de maíz para el Bajío, Roque, Celaya, Gto, 2012

F.V	G.L	FF (días)	RC (kg ha^{-1})	SM (%)	IP (no)
Bloque	2	1.40	179 724.90	0.06	0.043
Genotipo (G)	9	4.02**	19349710.90**	47.56**	0.024 ^{ns}
Fecha de siembra (FS)	1	106.66**	63288464.30**	749.06**	1.069**
G*FS	9	2.46*	4180240.70 ^{ns}	25.25*	0.036*
Error	36	1.15	3 391603.60	10.81	0.019
C.V (%)	-	1.30	29.61	57.36	11.736

En la Tabla 9.2, se presenta el comportamiento promedio de todos los genotipos en las fechas de siembra. Donde se puede apreciar que los materiales M1, criollo Celaya, M3 y M2RC1 fueron los más precoces con 81 días a floración. Sin embargo, la variación únicamente consistió en dos días entre aquellos genotipos precoces y tardíos.

Por otro lado, en la fecha de siembra temprana, los genotipos en general mostraron mayor retraso para alcanzar la floración. En el rendimiento de campo sobresalen los materiales M2 RC1, M3 RC1 y M1 RC1 con rendimientos superiores a ocho toneladas por hectárea; mientras que, la variedad Roque presentó el peor comportamiento en promedio para las dos fechas de siembra.

Estos resultados están de acuerdo con los reportados por Márquez et al. (2000) quienes mencionan que el mejoramiento de maíces criollos por retrocruzamiento supera a los progenitores hasta en 30%. En relación con la sanidad de mazorca, se observa que el mestizo M2 RC1 presenta el mayor porcentaje de mazorca podridas por hongos y los genotipos menos afectados fueron la variedad Roque, M3 y M1 RC1. Con respecto al número de mazorcas por planta, todos los materiales al menos produjeron una mazorca por planta.

Finalmente, es importante señalar que existe una fuerte interacción genotipo-ambiente para el rendimiento de campo, comportamiento esperado ya que esta característica así ha sido reportada por muchos investigadores y como carácter cuantitativo esa es su naturaleza. En este sentido, se puede apreciar que en la fecha de siembra temprana el rendimiento de campo promedio fue de 7.3 ton ha⁻¹; mientras que en la tardía el valor promedio fue de 5.2 ton ha⁻¹. Los resultados anteriores confirman que el rendimiento de grano es un carácter cuantitativo y sujeto fuertemente a la influencia del ambiente de producción (Kempton, 1984; Flores et al., 1998; Alejos et al., 2006; Cepeda et al., 2009).

También se puede observar que la sanidad de mazorca se presentó en menor proporción en el ambiente 1 con un valor promedio de 2 %; mientras que en el ambiente 2, el porcentaje promedio de mazorcas dañadas por hongos fue mayor al 9%. Esta situación puede deberse a las condiciones climáticas presentadas para cada ambiente. Donde en el ambiente 2 se presenta mayor humedad relativa por efecto de las lluvias y esto favorece la presencia de plagas y enfermedades.

Tabla 9.1 Comparación de medias para caracteres agronómicos en maíces criollos, Roque, Celaya, Gto. 2012

GENOTIPOS	FF	RC	SM	IP
	(días)	(kg ha ⁻¹)	(%)	(no.)
Var. Roque	83.50 a	3,968 b	2.83 b	1.18 a
M1	81.33 b	6,446 ab	5.50 b	1.28 a
Criollo Cuenda	82.83 ab	6,386 ab	4.83 b	1.17 a
M3	81.33 b	5,930 ab	2.33 b	1.25 a
M2	82.16 ab	8,636 a	5.33 b	1.12 a
M2 RC1	81.33 ab	8,163 a	12.16 a	1.18 a
M3 RC1	82.33 ab	8,485 a	7.83 ab	1.15 a
M1 RC1	82.66 ab	4,178 b	3.83 b	1.20 a
H 374C	83.00 ab	4,025 b	6.00 ab	1.30 a
Celaya	81.00 b	5,975 ab	6.66 ab	1.11 a
Ambientes de evaluación				
Siembra temprana	83.53 a	7,246.1 a	2.20 b	1.06 b
Siembra tardía	80.86 b	5,192.1 b	9.26 a	1.33 a

FF, RC, SM y PROL; corresponden a la floración femenina, rendimiento de campo, sanidad de mazorca e índice de prolificidad, respectivamente.

Por otro lado, con respecto a los componentes del rendimiento; el análisis de varianza combinado a través de fechas de siembra, muestra efectos estadísticos significativos ($P \leq 0.01$) para número de granos por hilera y peso volumétrico del grano en los materiales evaluados. También los caracteres de diámetro de olote y longitud de mazorca presentaron efectos estadísticos ($P \leq 0.05$) entre los genotipos. Sin embargo, no hubo efectos significativos para el diámetro de mazorca. También se observa efecto significativo ($P \leq 0.01$) del ambiente para los caracteres de diámetro de mazorca, longitud de mazorca y peso volumétrico del grano. Por otro lado, hubo efecto significativo al 0.05 de probabilidad para el número de granos por hilera. La interacción genotipo-ambiente sólo mostró efectos significativos para longitud de mazorca, número de granos por hilera y peso volumétrico del grano (Cuadro 3).

Tabla 9.2 Análisis combinado a través de fechas de siembra para componentes de rendimiento en genotipos de maíz para el Bajío, Roque, Celaya, Gto, 2012

F.V	G.L	D.M	L.M	G.P.H	P.V
		(cm)	(cm)	(no)	(kg hL ⁻¹)
Bloque	2	0.145	2.32	3.27	0.55
Genotipo (G)	9	0.340 ^{ns}	2.42*	52.34**	25.63**
Fecha de siembra (FS)	1	2.600**	13.38**	109.72*	273.49**
G*FS	9	0.065 ^{ns}	2.92*	61.72**	13.98*
Error	36	0.198	1.30	16.10	4.84
C.V (%)	-	9.150	6.47	10.63	2.93

La prueba de comparación de medias (Tukey, 0.05) para los componentes de rendimiento (Tabla 9.2), muestra que los genotipos M2 y M1 RC1 produjeron los valores más altos para longitud de mazorca. Para el número de granos por hilera sobresalen los genotipos H-374C, M3 y M1 RC1 y en el peso volumétrico del grano el H-374C fue consistente con el valor más alto (79.20 kg hL⁻¹). Sin embargo, es importante destacar que siete de los 10 genotipos estuvieron dentro del rango de calidad de la norma Mexicana (74 kg hL⁻¹); dentro de este grupo, aparecen todos los criollos mejorados por retrocruza. Estos resultados coinciden con los reportados por Vázquez et al. (2003) quienes afirman que el 60% de las retrocruzas realizadas en su investigación se encontraban dentro de norma para esta característica. Por otro lado, la fecha de siembra temprana fue consistente en la mejor expresión para la mayoría de estas características de componentes de rendimiento. Donde se puede apreciar que en la fecha de siembra temprana de producción los genotipos presentaron un mayor peso volumétrico (77 Kg hL⁻¹); mientras que en la fecha de siembra tardía, el peso volumétrico del grano fue de 73 Kg hL⁻¹.

La expresión de esta característica reafirma la importancia que tiene el efecto del ambiente de producción. Estos resultados coinciden por los reportados por Virgen et al. (2013), quienes observaron diferencias en el peso volumétrico al evaluar líneas progenitoras de híbridos de maíz en localidades de Valles Altos de México; lo cual indica que es un parámetro influido por el ambiente de producción. Por otro lado, Zepeda et al., 2007 mencionan que el peso volumétrico de la semilla tiene una respuesta positiva a la fertilización nitrogenada.

Tabla 9.3 Comparación de medias para caracteres de rendimiento en maíces criollos, Roque, Celaya, Gto. 2012

GENOTIPOS	DM	LM	GPH	PV
	(cm)	(cm)	(no.)	(kg hl ⁻¹)
Var. Roque	4.71 a	16.09 b	31.78 b	74.08 bc
M1	4.98 a	17.60 ab	38.48 ab	73.76 bc
Criollo Cuenda	4.96 a	17.74 ab	37.01 ab	73.01 bc
M3	5.09 a	17.91 ab	39.99 a	77.28 ab
M2	5.00 a	18.33 a	36.98 ab	76.63 abc
M2 RC1	5.09 a	17.48 ab	35.85 ab	75.53 abc
M3 RC1	5.02 a	17.46 ab	37.88 ab	75.05 abc
M1 RC1	4.38 a	18.42 a	39.67 a	72.76 c
H 374C	4.55 a	17.50 ab	43.03 a	79.20 a
Celaya	4.84 a	17.71 ab	36.75 ab	73.78 bc
Ambientes de evaluación				
Fecha de siembra temprana	5.07 a	18.09 a	36.39 b	77.24 a
Fecha de siembra tardía	4.65 b	17.15 b	39.09 a	72.97 b

DM, LM, GPH, PV; corresponden al diámetro de mazorca, longitud de mazorca, granos por hilera y peso volumétrico del grano, respectivamente

9.4 Conclusiones

Hubo diferencias estadísticas para genotipos en la mayoría de las características evaluadas en las dos fechas de siembra. Por otro lado, los criollos mejorados (M2, M2 RC1 y M3 RC1) presentaron los rendimientos más altos (> 8 ton ha⁻¹). La variedad Roque presentó el peor comportamiento para la mayoría de los caracteres evaluados.

Por otro lado, el rendimiento de campo más alto se presentó en la fecha de siembra temprana (7.2 ton ha⁻¹); mientras que la fecha de siembra tardía el valor promedio fue de 5.2 ton ha⁻¹.

El peso volumétrico del grano, el diámetro de la mazorca y la longitud de la mazorca fueron afectados por el ambiente de producción; donde al establecer el cultivo en fechas tempranas se favorece esta expresión.

9.5 Agradecimientos

El trabajo fue apoyado por el programa PROEDED-DGEST (antes PROMEP), para EL FORTALECIMIENTO DE CUERPOS ACADÉMICOS con el proyecto “Mejoramiento genético de plantas y producción artesanal de semilla de maíz para zonas marginales” para el cuerpo académico en formación “Producción sustentable de semillas y granos” con clave: ITROQ-CA-3.

9.6 Referencias

Alejos, G.; Monasterios, P y Rea, R. 2006. Análisis de la interacción genotipo-ambiente para rendimiento de maíz en la región maicera del Estado de Yaracuy, Venezuela. *Agronomía Tropical*. 56(3): 369-384.

Brown, W. L. and M. M. Goodman. 1977. Races of corn. In: Sprague, G. F. (ed.), *Corn and Corn Improvement*. Number 18. Series Agronomy. American Society of Agronomy, Inc. Publisher, Madison Wisconsin, U.S.A. pp. 49-88.

Cepeda B, R.; Carballo C, A y Hernández A, C. 2009. Interacción genotipo ambiente en la estructura y calidad de nixtamal-tortilla de grano en híbridos de maíz. *Agrociencia*. 43(7): 695-706.

Flores, F.; Moreno, T and Cubero, J. 1998. A comparison of univariate and multivariate methods to analyze G x E interaction field. *Crops Research*. 47: 117-127.

García, E 1973. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koeppen* 2da. Ed. UNAM, México, D.F.

Kempton, R.A. 1984. The use of biplots in interpreting variety by interactions. *Journal of agricultural Science*. 103: 123-135.

LAMP (Proyecto Latinoamericano de Maíz). 1991. ARS-USDA, CIMMYT, Pioneer Hi-Bred International Inc., Universidad Agraria La Molina (Perú).

Márquez. S. F, L. Sahagún, J. A. Carrera, E. Barrera (2000) *Retrocruza limitada para el mejoramiento de maíces criollos*. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 51 p.

Medina, S. y V. Segovia. 2002. Evaluación de variedades experimentales de maíz en la región nor-oriental del Estado Guárico-Venezuela. *Agronomía Trop*. 46(2):171-187.

Ortega. P. R, J. J. Sánchez, F. Castillo, J. M. Hernández (1991) Estado actual de los estudios sobre maíces nativos de México. In: *Avances en el Estudio de los Recursos Fitogenéticos de México*. R. Ortega, G. Palomino, F. Castillo, V. González, M. Livera (eds). Sociedad Mexicana de Fitogenética, AC. (SOMEFI). Chapingo, México. Pp: 161-185.

Ramírez, A. M. Y. Salinas, O. Taboada. 2003. Maíz azul de los valles altos de México. I. Rendimiento de grano y caracteres agronómicos. *Revista Fitotecnia Mexicana*, vol. 26, núm. 2, abril-junio 2003, pp. 101-107, Sociedad Mexicana de Fitotecnia, A.C. México.

Sánchez G., J., M. M. Goodman, and C. W. Stuber. 2000. Isozymatic and morphological diversity in the races of maize of Mexico. *Econ. Bot.* 54(1):43-59.

Vásquez, C. M. L. Guzmán, J. García, F. Márquez, J. Castillo. 2003. Calidad de grano y tortilla de maíces criollos y sus retrocruzas. *Revista Fitotecnia Mexicana*, vol. 26, núm. 004, octubre-diciembre, pp. 231-238, Sociedad Mexicana de Fitotecnia, A.C. Chapingo, México.

Vidal-Martínez V. A, F. Herrera, B. Coutiño-Estrada, J. J. Sánchez-González, J. Ron-Parra, A. Ortega-Corona y M. de J. Guerreño-Herrera (2010). Identificación y localización de una especie de *Tripsacum* spp. En Nayarit, México. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 33 (4):27.30.

Vigouroux, Y., J. C. Glaubitz, Y. Matsuoka, M. M. Goodman, J. Sánchez G., and J. Doebley. 2008. Population structure and genetic diversity of new world maize races assessed by DNA microsatellites. *Amer. J. Bot.* 95(10):1240-1253.

Virgen V, J.; Zepeda B, R.; Arellano V, J.L. Ávila P, M.A y Rojas M, I. 2013. Producción de semilla de progenitores e híbridos de maíz de Valles Altos en dos fechas de siembra. *Rev. Cienc. y Tecnol. Agropec. Méx.* 1(1): 26-32.

Desarrollo de software estadístico de indicadores ambientales (SEDIA)

J. Domínguez ,S. Serrano , M. Hernández, D. Aguilar

J. Domínguez ,S. Serrano , M. Hernández, D. Aguilar
Universidad Politécnica de Francisco I. Madero.Tepatepec de Francisco I. Madero, México.
Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Carretera Pachuca-Tulancingo Km 4.2, Pachuca, Hidalgo.
jdominguez@upfim.edu.mx

M.Ramos.,V.Aguilera.,(eds.) Ciencias Agropecuarias, Handbook -©ECORFAN- Valle de Santiago, Guanajuato, 2014.

Abstract

The oil eco system is considered as a means of life support (Dumanski et al., 1998) so it is necessary to preserve and increase their quality. One of the tools that allow us to achieve this, is by creating quality indicators, which are able to describe a simple and efficient soil quality at the same time allow you to compare a specific condition and quality with other are sensitive to the change of the agent that causes it. Several papers indicated that soil management affects edaphic organic carbon, structure, biological activity (worms) and moisture retention, which usually are used as physical, chemical and biological indicators in the study of quality soils (Singer and Ewing, 2000; Karlen et al, 2004.).

These indicators show no favorable changes over time due to soil management, but this variation may decrease if the intensification of management is reduced and if new farming practices are adopted. The assessment of soil quality must be according to Seybold et al (1997) according to the functions that it can play in biodiversity or productivity, the flow of water and solutes in infiltration and damping in nutrient cycling and structural support. SEDIA arises from the need for a statistical system that meets the specifications necessary for the evaluation of soil quality in an automated manner, depending on the function it performs in biodiversity or productivity, water flow and solutes in infiltration and damping, in the cycle of nutrients and for structural support.

The design of a statistical system of environmental indicators allows producers to enter relevant to your plot or culture, related to the physical and chemical characteristics of the site data; which are stored and processed according to rules which go vernit. This system is developed under an open source license (free software), designed for small and medium enterprises (individual and business focused producers), with a friendly environment for easy manipulation of this system.

10 Introducción

El suelo como recurso natural

La definición del suelo se visualiza como un cuerpo viviente, natural, dinámico, con funciones primordiales para mantener la productividad de las especies vegetales que en él se establecen; como un recurso en el mantenimiento de la biodiversidad, la calidad del aire y agua, del hábitat y salud humana, esto lo hace vital para el funcionamiento de los ecosistemas terrestres (Doran y Parkin, 1994).

Cabe señalar que no existe un concepto único del suelo, está en función de la disciplina de estudio y en edafología es un concepto que ha sido modificado a través del tiempo (Singer y Ewing, 2000).

El suelo tiene seis funciones esenciales en los ecosistemas terrestres (Brady y Weil, 1999):

1) controla el destino del agua en el sistema hidrológico y su purificación, 2) mantiene el desarrollo de plantas superiores proporcionando un medio para sus raíces y suministra los nutrientes que necesitan, 3) proporciona hábitats adecuados para el sostenimiento, diversidad y productividad de la biota del suelo, 4) funciona como un sistema natural de reciclaje de los desechos y residuos de plantas, animales y humanos, 5) constituye la base para la construcción de obras ingenieriles como casas, carreteras, etc., 6) actúa como filtro, proporciona amortiguamiento, inmovilización y desintoxicación de un gran número de productos químicos, residuos industriales y biológicos producidos por el hombre.

El suelo en el ecosistema es considerado como medio de soporte para la vida (Dumanski et al., 1998) por lo cual es necesario preservar e incrementar su calidad. Una de las herramientas que nos permiten lograr lo anterior, es mediante la creación de indicadores de calidad, los cuales son capaces de describir de una manera simple y eficiente la calidad del suelo, al mismo tiempo permiten comparar una condición específica de calidad con otra y son sensibles al cambio del agente que lo provoca.

Calidad del suelo

La definición de calidad de suelo desde un punto de vista ecológico es la capacidad que tiene para funcionar dentro de los límites naturales, para sostener la productividad de plantas y animales, mantener la calidad del aire y agua, y sostener la salud humana (Karlen et al., 1997). Este concepto se encuentra en continua evolución (Singer y Ewing, 2000; Karlen et al., 2004).

El criterio de calidad del suelo se ha usado para decidir el mejor uso y manejo del mismo. Por lo tanto, la evaluación de la calidad del suelo es una herramienta enfocada en la dinámica y procesos de sus propiedades que son útiles para la evaluación de la sustentabilidad de las prácticas de su manejo (Karlen et al., 2004).

En varios documentos se ha indicado que el manejo del suelo afecta al carbono orgánico edáfico, la estructura, la actividad biológica (lombrices) y la retención de humedad, que usualmente son usadas como indicadores físicos, químicos y biológicos en el estudio de la calidad del suelos (Singer y Ewing, 2000; Karlen et al., 2004). Estos indicadores muestran cambios no favorables en el transcurso del tiempo a causa del manejo del suelo, pero esta variación puede disminuir si se reduce la intensificación del manejo y si se adoptan nuevas prácticas de cultivo.

La evaluación de calidad del suelo debe hacerse según Seybold et al (1997) de acuerdo a las funciones que éste puede desempeñar en la biodiversidad o productividad, en el flujo de agua y solutos, en la infiltración y amortiguamiento, en el ciclo de nutrimentos y como soporte estructural.

En este sentido la calidad del suelo debe definirse para un tipo de suelo en una zona agro-ecológica específica con condiciones socio-económicas y de manejo del suelo común (Bouma y Droogers, 1998). A partir de esta base, la modelación permitirá el conocimiento de la relación entre propiedades del suelo, su ambiente (paisaje) y su potencialidad productiva en una dinámica temporal, permitiendo la elaboración de indicadores de calidad.

Indicadores de la calidad del suelo

Un indicador es una variable que resume o simplifica información relevante haciendo que un fenómeno o condición de interés se haga perceptible y que cuantifica, mide y comunica, en forma comprensible, información relevante. Los indicadores deben ser preferiblemente variables cuantitativas, aunque pueden ser cualitativas o nominales o de rango u ordinales, especialmente cuando no hay disponibilidad de información cuantitativa, o el atributo no es cuantificable, o cuando los costos para cuantificar son demasiado elevados. Las principales funciones de los indicadores son: evaluar condiciones o tendencias, comparar transversalmente sitios o situaciones, para evaluar metas y objetivos, proveer información preventiva temprana y anticipar condiciones y tendencias futuras. Los indicadores deben ser:

Limitados en número y manejables por diversos tipos de usuarios:

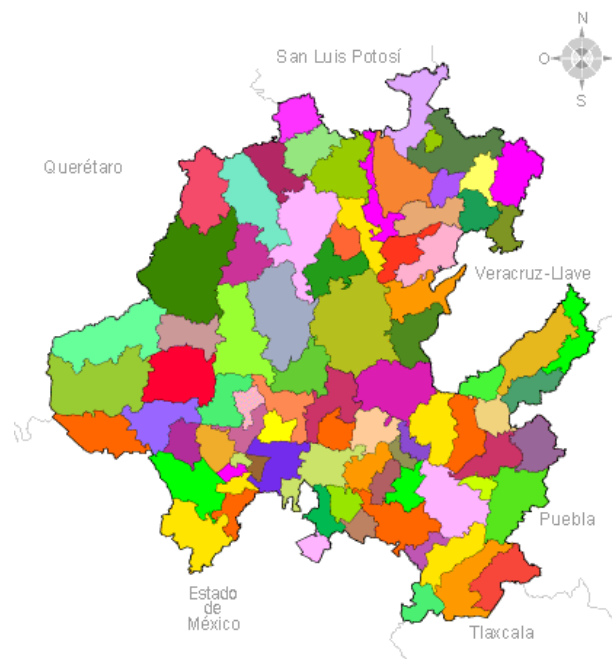
- Sencillos, fáciles de medir y tener un alto grado de agregación, es decir, deben ser propiedades que resuman otras cualidades o propiedades;
- Interdisciplinarios; en lo posible deberán contemplar la mayor diversidad de situaciones por lo tanto incluir todo tipo de propiedades de los suelos (químicas, físicas, biológicas, etc.);
- Tener una variación en el tiempo tal que sea posible realizar un seguimiento de las mismas, asimismo, no deberán poseer una sensibilidad alta a los cambios climáticos y/o ambientales pero la suficiente como para detectar los cambios producidos por el uso y manejo de los recursos.

Tomando como referencia la necesidad de tener un sistema estadístico que cubra con las especificaciones necesarias para la evaluación de la calidad del suelo de manera automatizada, dependiendo de la funcionalidad que éste desempeñe en la biodiversidad o en la productividad, en el flujo de agua y solutos, en la infiltración y amortiguamiento, en el ciclo de nutrimentos y como soporte estructural. El propósito de este trabajo crear un sistema estadístico de información que permita realizar el cálculo de indicadores ambientales, el cual cubra con las especificaciones básicas para la evaluación de la calidad del suelo, agua y planta, en menor tiempo y con mayor precisión.

10.1 Materiales y métodos

Análisis de mercado

El Estado de Hidalgo, se localiza en la zona central de la República Mexicana. Colindando al norte con los estados de San Luís Potosí y Veracruz al este con el estado de Puebla, al sur con los estados de Tlaxcala y México y al oeste con el estado de Querétaro. Tiene una extensión de 20 813 kilómetros cuadrados (Km²), por ello ocupa el lugar 26 a nivel nacional.

Figura 10 Mapa del Estado de Hidalgo

Mercado meta

En el estado de Hidalgo hay 2.1 millones de hectáreas de las cuales el 29% se utilizan en la agricultura, 22% de áreas forestales (INEGI, 2013).

En la entidad existen 298,309 unidades de producción rural que bien podrían ser captadas como clientes de SEDIA ya que debido a estándares agrícolas cada una debe hacer mediciones del suelo que utilizan para su cultivo con lo cual garantizan la prosperidad de sus cosechas.

La posibilidad de introducir a SEDIA dentro del Estado de Hidalgo como una herramienta de mejora cuya funcionalidad está determinada por realizar cálculos de las condiciones del cultivo representa una oportunidad de posicionar al software dentro del sector Agrícola del estado.

Este posicionamiento se pretende mediante la exposición de las ventajas del sistema ante un grupo de posibles usuarios quienes se verían beneficiados de la potencialidad del mismo.

Competencia

Los sistemas de Indicadores Ambientales actualmente existentes solo cuentan con una base de datos que permite acceder a la información, lo cual representa una ventaja competitiva para SEDIA que mediante un software calcula e imprime reportes sobre la situación ambiental en la que se encuentra un cultivo tomando en cuenta variables de suelo, agua y la planta.

Tabla 10 Competencia mercantil de SEDIA

Nombre	Precio	Servicio al cliente	Variedad o especialidad	Localización
SNIA Sistema Nacional de Indicadores Ambientales	Gratuito	Información textual	<ul style="list-style-type: none"> • Vegetación. • Suelos • Biodiversidad. • Atmósfera • Agua • Residuos. 	SEMARNAT*1 (México)
SIAC Sistema de Información Ambiental de Colombia	Gratuito	Información de Gestión y Difusión	<ul style="list-style-type: none"> • Ecosistemas de Bosques. • Agua. • Clima y Aire • Biodiversidad. • Suelo y Subsuelo. • Uso de recursos naturales. 	SINA*2 (Colombia)
SEDIA Software Estadístico de Indicadores Ambientales (México-UPFIM)	\$ 69.27	Software Estadístico	<ul style="list-style-type: none"> • Suelo • Agua • Planta 	Hidalgo México

Análisis FODA

A continuación se muestra el análisis FODA elaborado para el software SEDIA.

Tabla 10.1 Análisis FODA-SEDIA

	Oportunidades	Amenazas
Factores Externos Factores Internos	O1: Implementación de georreferenciación. O2: Identificación de condiciones meteorológicas. O3: Evolucionar a plataforma móvil. O4: Abarcar la República Mexicana como mercado. O5: Obtener mayor grado de conocimiento.	A1: Piratería. A2: Plagio A3: Competencia. A4: Ataques informáticos mediante software malicioso. A5: Compatibilidad con otros sistemas.
Fortalezas	Estrategias FO <ul style="list-style-type: none"> • Crear opciones dentro de la aplicación que permita georreferenciar regiones y conocer condiciones climáticas. • Debido al crecimiento de las tecnologías, SEDIA es adaptable a todas las aplicaciones. • Posicionamiento estratégico en el mercado. 	Estrategias FA <ul style="list-style-type: none"> • Registrar el software ante INDAUTOR. • Debido a que es un software libre su costo es muy económico y accesible al público. • Aplicar protocolos de seguridad y a creados. • Capacitar a los usuarios del sistema empleando habilidades del grupo multidisciplinario.
Debilidades	Estrategias DO <ul style="list-style-type: none"> • Certificar a los programadores en ORACLE. • Constituir una empresa como persona MORAL. • Adquirir un espacio para recepción de clientes. 	Estrategias DA <ul style="list-style-type: none"> • Capacitación en seguridad de software. • Registro de Software. • Manejar plug-in para la adaptación y compatibilidad con otros sistemas.
D1: Poca experiencia en desarrollo de software. D2: Falta de conocimiento en negocios y ventas. D3: No se cuenta con un espacio fijo de trabajo. D4: No hay constitución como entidad económica.		

10.2 Resultados y discusión

Diseño de Software SEDIA

El diseño del Sistema Estadístico de Indicadores Ambientales (SEDIA) permite que los productores ingresen datos relacionados con su parcela o cultivo, estos datos son obtenidos de análisis previamente realizados, como por ejemplo parámetros físicos, químicos de muestras de suelo y agua; los cuales son almacenados y procesados de acuerdo a las normas mexicanas con las cuales se rigen, para así dar resultados como porosidad, textura, humedad entre otros; sin la necesidad de realizar los cálculos de forma manual.

De manera fácil y rápida, los productores agrícolas tendrán un análisis automatizado con resultados, incluso de forma impresa, ya que los datos son recopilados y agrupados en una sola hoja en formato pdf.

El sistema está desarrollado bajo una licencia de opensource (software libre), pensado en pequeñas y medianas empresas (negocios enfocados particulares y enfocado hacia lo productores), con un ambiente amigable para la fácil manipulación de este sistema.

A continuación se muestra la pantalla principal de acceso a SEDIA (figura 2) en donde el usuario encontrara las opciones de Suelo, Agua y Parcela/Cultivo. Al pasar por cada una de estas opciones el usuario podrá visualizar las opciones que cada una de ellas ofrece.

Figura 10.1 Pantalla inicial de acceso a SEDIA



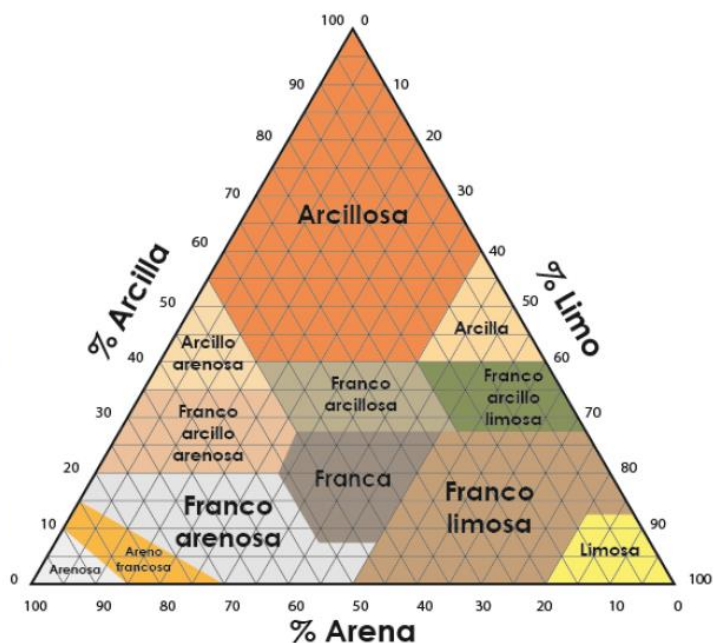
En la primera opción de Parcela/Cultivo el usuario deberá ingresar datos referents a su parcela, ubicación, sistema (riego o temporal), variables fisiológicas del cultivo; datos que ayudarán a mostrar una hoja de resultados de manera más concreta y específica (figura 3).

Figura 10.2 Pantalla Parcela/Cultivo

En la opción de Suelo el usuario encontrara los parámetros físicos y químicos, los cationes extractables y aniones, divididos en cuatro pestañas de la ventana, (Figura 4). Al ingresar los datos correspondientes a la partículas del suelo como son arcilla, arena y limo, el usuario podrá visualizar el tipo de textura que presenta su suelo a través del triángulo de textura. (Figura 5).

Figura10.2 Pantalla Suelo

Figura10.3 Triangulo



En la última opción correspondiente al Agua, el usuario encontrará los parámetros químicos y físicos relacionados con ella (figura 5).

Al igual que en la opción anterior (suelo), el usuario tendrá la opción de salvar su información y se se mostrará un documento en fomato .PDF (figura 6) en donde se visualizarán loa datos ingresados y los resultados obtendios para su fácil comprensión y análisis por parte de los productores, dichos resultados les permitirá realizar enmiendas de fertilidad para sus cultivos en función de la zona agrícola en que se ubiquen.

Figura10.4 Pantalla Agua

Aguas
— X

Parámetros Químicos

Parámetros Físicos

DQO (mg ⁻¹ -l):	<input type="text"/>
Nitratos (N+NO ₃) (mg ⁻¹ -l):	<input type="text"/>
Nitritos (N+NO ₂) (mg ⁻¹ -l):	<input type="text"/>
Amonio (N+NH ₄) (mg ⁻¹ -l):	<input type="text"/>
Nitrogeno Total (mg ⁻¹ -l):	<input type="text"/>
mg ⁻¹ -l PO ₄ -3:	<input type="text"/>
PH (Potencial de Hidrogeno):	<input type="text"/>
Conductividad Eléctrica (dS/cm):	<input type="text"/>
Alcalinidad (mg ⁻¹ -l CaCO ₃):	<input type="text"/>
Dureza Total (Ca+Mg) mgCaCO ₃ /L :	<input type="text"/>

Figura 10.5 Reporte de análisis



Software Estadístico de Indicadores Ambientales

Reporte Final

ANÁLISIS COMPLETO DE FERTILIDAD Y EXTRACTO DE SUELOS

INFORMACIÓN GENERAL			
Propietario: Hernandez Granados Milton	Clima: Templado-Humedo	Cultivo: Maíz	Ciclo agrícola: Primavera-Verano
Municipio: Fco. I Madero	Temperatura: 36°C	Sistema: Riego	
Estado: Hidalgo	Humedad relativa: 35%	Variedad: Esmeralda	
Coordenadas (UTM): 10, 22	Precipitación: 42%	Tipo: Maltera	

VARIABLES DE CULTIVO		
Longitud de espiga: 25.33cm	% Germinación: 70	Rendimiento: 15
Altura de planta: 42cm	% Viabilidad germinativa: 65	Volumen de producción: 19
Días de floración: 15	Superficie sembrada: 20m	Materia seca: 25
Días de madurez: 33	Superficie cosechada: 21m	Peso hectolírico: 34

CARÁCTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO			
Arena: 30%	Arcilla: 15%	Limo: 55%	
Humedad: 35%	M.O.: 32	Color: 0x86D0FD	Seco: 0x00865A
Porosidad: 15%	E.P.: 13%	Densidad Real: 23	Aparente: 18
Volumen de agua: 33	Índice Estructural: 34	Aireación: 21m	Índice Encostramiento: 24

FERTILIDAD										
Muy alto										
Alto										
Medio										
Bajo										
Muy bajo										
COMPONENTE	C.E.	C.E.	C.O.	P(Alcalino)	K	Ca	Mg	Na	CIC	Sulfatos
UNIDADES	ds/cm	ppm	?	ppm	meq/g	meq/g	meq/g	meq/g	meq/g	Ppm
RESULTADO	15	10	8.12	20	10	13	1	2	19	8

Parámetros Químicos	Cationes	Aniones
PH: 8	K: 10	Sulfatos: 8
M.O.: 14	Ca: 13	Cloruros: 7
N-Total: .21	Mg: 1	Carbonatos: 9
	Na: 2	Bicarbonatos: 5
	CIC: 19	

Parámetros Físicos	Parámetros Químicos
Sólidos totales: 6	PH: 47 Muy Alcalino
Sólidos disueltos: 3.78	Dureza total: 125 Moderadamente blandas
Sólidos suspendidos: 9.27	

FERTILIDAD								
Muy alto								
Alto								
Medio								
Bajo								
Muy bajo								
COMPONENTE	DQO	N-NO ₃	N-NO ₂	N-NH ₄	N-Total	PO ₄ ³⁻	C.E.	Alcalinidad
UNIDADES	Mg*L ⁻¹	Mg*L ⁻¹	Mg*L ⁻¹	Mg*L ⁻¹	Mg*L ⁻¹	Mg*L ⁻¹	ds/cm	Mg*L ⁻¹
RESULTADO	4	51	8	21	14	144	5	7

Ventaja competitiva

Con la implementación de este sistema, el usuario obtendrá información que le ayudara a realizar una toma de decisiones eficientes en cuanto a su cultivo o parcela, y por ende, obtener ganancias de su producto en lugar de pérdidas de inversión. Con ello el productor siempre logrará buenas cosechas y con el tiempo se posicionara dentro de un mercado extenso donde él sea el beneficiado. Actualmente en el mercado no existe algún software similar que satisfaga las necesidades de nuestros clientes. Este software está dirigido a los profesionales encargados para la medición de la calidad de suelo, sin dejar de lado a los productores agrícolas.

Durante la investigación se realizaron una serie de pruebas en las cuales se obtuvo un resultado demasiado satisfactorio para SEDIA, ya que un investigador que desea obtener los cálculos estadísticos tarda un aproximado de dos horas y media con su respectivo análisis, y en SEDIA es reducido a un aproximado de 5 minutos. Otra de las ventajas de SEDIA es que esta desarrollado bajo una licencia de opensource (software libre) y por lo tanto el precio de este software es atractivo al comprador. A continuación se muestran específicamente las ventajas de SEDIA.

- Únicos

Actualmente en el mercado no existe algún software similar que satisfaga las necesidades de nuestros clientes. Este software está dirigido a los profesionales encargados para la medición de la calidad de suelo, sin dejar de lado a los productores agrícolas.

- Eficaz

Con la implementación de este sistema, el usuario obtendrá información que le ayudara a realizar una toma de decisiones eficientes en cuanto a qué hacer con su cultivo o parcela, y por ende, obtener ganancias de su producto en lugar de pérdidas de inversión. Con ello el productor siempre logrará buenas cosechas y con el tiempo se posicionara dentro de un mercado extenso donde él sea el beneficiado.

Tabla 10.2 Grado de eficacia de SEDIA y el analista estadístico

	Tiempo	Costo	Efectividad	Puntuación
SEDIA	90%	92%	88%	270%
Analista Estadístico	35%	10%	60%	105%

- Reducción de tiempo

Durante la investigación se realizaron una serie de pruebas en las cuales se obtuvo un resultado satisfactorio para SEDIA, ya que un analista de datos que desea obtener los cálculos estadísticos tarda un aproximado de dos horas y media con su respectivo análisis, y en SEDIA es reducido a un aproximado de 5 minutos.

Tabla 10.3 Tiempo y costo del servicio del análisis de los Indicadores Ambientales

	Tiempo total de análisis	Costo de servicio	Costo total por el servicio terminado
SEDIA	5 minutos	% 150.00	\$ 150.00
Analista estadístico	Menor a 2 días	\$ 500.00 por 5 horas	\$ 22,500

Tabla 10.4 Datos comparados en el registro de datos estadísticos (tiempo y error humano)

	Tiempo de captura de datos	Error de captura de datos
SEDIA	3 a 10 minutos	0
Analista estadístico	Mayor a 2 horas	40%

- Plan de Marketing

En base al análisis financiero realizado para la venta y distribución del software SEDIA se obtuvieron los siguientes resultados:

- Precio

Se pretende manejar dos tipos de precio el primero por licencia de usuario y el segundo por adquisición de derechos de reproducción. Para el primero el costo de determino mediante el método de costos unitarios con el que se contempló los elementos de creación del software. El segundo se estableció mediante el método contable COCOMO el cual considera el esfuerzo humano, las línea de código así como los elementos concernientes a la elaboración de SEDIA.

Tabla 10.5 Precio de SEDIA

Tipo de producto	Costo por unidad
Licencia de usuario	\$ 69.27
Derechos de reproducción	\$ 6,927.00

Distribución

SEDIA se destruirá como instancia en el estado de Hidalgo principalmente en el Valle del Mezquital por su gran proporción de áreas de cultivo que en consecuencia se lograría una mayor captación de clientes por el gran número de parcelas. Este software se distribuiría en lugares estratégicos como centros de venta de herramientas y recursos agrícolas además de colocar están en foros o ferias agrícolas y lugares donde se brinden estos servicios.

10.3 Conclusiones

Con SEDIA muchos agricultores y/o productores obtendrán el estado del medio ambiente en que desarrollan sus cultivos, adquiriendo por ello un gran valor como herramienta en los procesos de evaluación y de toma de decisiones sobre los problemas ambientales.

- Se desarrolló una aplicación funcional para el cálculo de indicadores ambientales por medio de la automatización de las operaciones que se llevan a cabo para realizar dichos cálculos.
- Se cumple la reducción de tiempo en el que se realizaban estos cálculos del análisis de indicadores ambientales.
- Se realizó un análisis de las necesidades de los productores agrícolas, con el cual se construyó una aplicación funcional.
- Con el desarrollo de la aplicación se logró que los productores usaran un sistema amigable, de fácil acceso y uso, con la cual realizan sus cálculos más fácilmente y rápidamente.

10.4 Referencias

Brady, N.C., Weil R.R. (1999). The nature and properties of soils. 12th edn. Prentice Hall Upper Saddle River, New Jersey. 863pp.

Bouma J., Droogers, P. (1998). A procedure to derive land quality indicators for sustainable agricultural production. *Geoderma* 85: 103-110pp.

Doran, J.W., Parkin, T.B. (1994). Defining and assessing soil quality. pp. 3-21. In: Doran, J.W., Coleman, D.C., Bezdicek, B.A. Defining and assessing soil quality for sustainable environment. Soil Science Society of America, Special Publication 35. Madison, Wisconsin.

Dumanski, J., S. Gameda and C. Pieri (1998). Indicators of land quality and sustainable land management. The World Bank, Washington, D.C.

Karlen, D.L., Mausbach, M.J., Doran, J.W., Cline, R.G., Harris, R.F., Schuman, G.E. (1997). Soil quality: A concept, definition and framework for evolution. *Soil Science Society of America Journal* 61: 4-10 pp.

Karlen, D.L. (2004). Soil quality as an indicator of sustainable tillage practices. *Soil & Tillage Research* 78: 120-130pp.

Seybold, C.A., Herrick, J.E. (2001). Aggregate stability kit for soil quality assessments. *Catena* 44: 37-45pp.

Singer, M.J., Ewing S. (2000). Soil quality. In: M.E. Summer (ed) *Handbook of Soil Science*. CRC Press, Boca Raton, Florida. 271-298pp.

Dinámica dasométrica del huerto clonal de pinusarizonica en los bosques del sur de Chihuahua

Alberto Pérez, Marín Pompa, Raúl Solís y Juan Chacón

A. Pérez, M. Pompa, R. Solís y J. Chacón
Universidad Juárez del Estado de Durango, Instituto de Silvicultura e Industria de la Madera. Durango, México.
Universidad Juárez del Estado de Durango, Facultad de Ciencias Forestales, Durango, México.
Universidad Autónoma de Chihuahua, Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales, Chihuahua, México.
fnuclear1@hotmail.com

M.Ramos., V.Aguilera., (eds.) Ciencias Agropecuarias, Handbook -©ECORFAN- Valle de Santiago, Guanajuato, 2014.

Abstract

Were performed three remeasurements in a clonal orchard of *Pinus arizonica* in which determined the increases in two periods and an overall increase in diameter and height. This allowed determining the trends of the clones, identifying those with higher and lower potential phenotypic. Analyses showed that the clones identified in the B01, B02, B03, A01 and E02 were the best development key obtained as an increase in height of 4.28 m, 4.27 m, 3.73 m, 3.55 m and 3.50 m, respectively. Likewise clones showed lower development were O12, K15, N16 and H17 0.75 m, 0.64 m, 0.58 m and 0.55 m total height increment, respectively.

11 Introducción

Los programas de mejoramiento genético han tomado gran importancia dentro de las actividades de manejo forestal en los últimos 50 años y como ejemplo podemos citar a países como Chile, Nueva Zelanda y Canadá, pioneros en los procesos de producción sexual y asexual para la estructuración de planes estratégicos de plantaciones forestales comerciales (PFC) (Espinel, 1994).

Precisamente la República de Chile cuenta con un plan estratégico de PFC el cual incluye un programa de mejoramiento genético y preservación de germoplasma de las especies de *Pinus radiata*, *Eucalyptus nitens* y *Eucalyptus globulus*, los cuales se implementaron en la década de los 70's (CORMA, 2008). Dichos programas se han logrado gracias a la colaboración del Ministerio de Agricultura de Chile y las empresas forestales ARAUCO, MININCO y MASISA.

Según Merlo y Fernández (2004) en Galicia, España se cuentan con un Plan de Mejora Genética, el cual consiste en el establecimiento de huertos clonales y tiene como objetivo mejorar las características de plantaciones tales como caracteres de crecimiento, rectitud de fustes y ramificación.

Si se cuenta con semilla certificada, es conveniente realizar injertos en las especies de interés forestal, una vez evaluados los resultados de supervivencia y desarrollo, se podrán establecer bancos clonales (Salinas, 2012).

En algunos huertos clonales de *Pinus radiata* establecidos en Chile y Nueva Zelanda los incrementos en altura y diámetro son altamente significativos, pues en algunos casos la producción de madera alcanza un orden de 25 m³/ha/año (Pascual, 2000).

Actualmente en México se vive una situación especial en lo referente a actividades de reforestación y plantaciones forestales comerciales, y para lograr el éxito de los mencionados rubros es necesario identificar la variación de cada especie (Rodríguez, 2004). Por lo expuesto anteriormente, es fundamental para el sector forestal en México iniciar con planes estratégicos para programas de mejoramiento genético, pues los beneficios obtenidos a mediano y largo plazo son muy redituables, no solo por el aspecto de asegurar la futura producción del país, sino por el hecho de que al aplicar técnicas de propagación y de mejora genética, se obtendrán individuos de característica fenotípicas superiores.

En el municipio de Guachochi, Chihuahua, en México, se ha establecido un huerto clonal de Pinus arizonica, que es una de las especies de mayor importancia comercial en el país. Desafortunadamente se carece de información útil con respecto a su potencialidad genética (Rodríguez y Capo, 2005).

Realizar actividades de remediación en el huerto clonal, fue el objeto de estudio de este trabajo. Esto es fundamental para identificar el material vegetativo que desarrolla mejores características dasométricas, y consecuentemente se permite determinar que árboles progenitores poseen el mayor potencial fenotípico.

Ávila y Pompa (2008), puntualizaron la importancia de dar seguimiento a los huertos clonales, pues de esa manera se puede estimar el desarrollo de los clones y realizar una validación genética de los mismos.

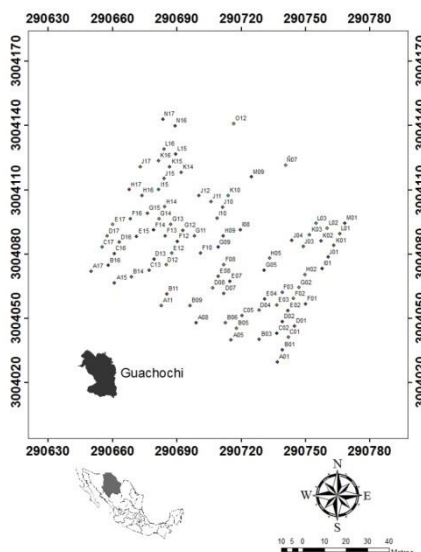
Es importante dar seguimiento al huerto clonal establecido en el sur de Chihuahua. Ello permitirá determinar a futuro la procedencia del material vegetal que mejores resultados pueda ofrecer en la aplicación de las técnicas de propagación vegetativa a gran escala. De esta manera se pueden obtener beneficios adicionales como aumentar la producción de planta de calidad de Pinus arizonica para el establecimiento de PFC así como la disminución de los turnos de corta de las mismas.

Por lo anterior el objetivo del presente estudio fue realizar una descripción de la dinámica dasométrica del banco clonal para determinar las tendencias de los clones, identificando aquellos con mayor y menor potencial fenotípico.

11.1 Materiales y métodos

Localización del área de estudio. El huerto clonal se encuentra establecido en el municipio de Guachochi en el Estado de Chihuahua, México. La localización del área de estudio se presenta a continuación en la Figura 1.

Figura 11 Localización del huerto clonal de Pinus arizonica en los bosques del Municipio de Guachochi, Estado de Chihuahua



Metodología

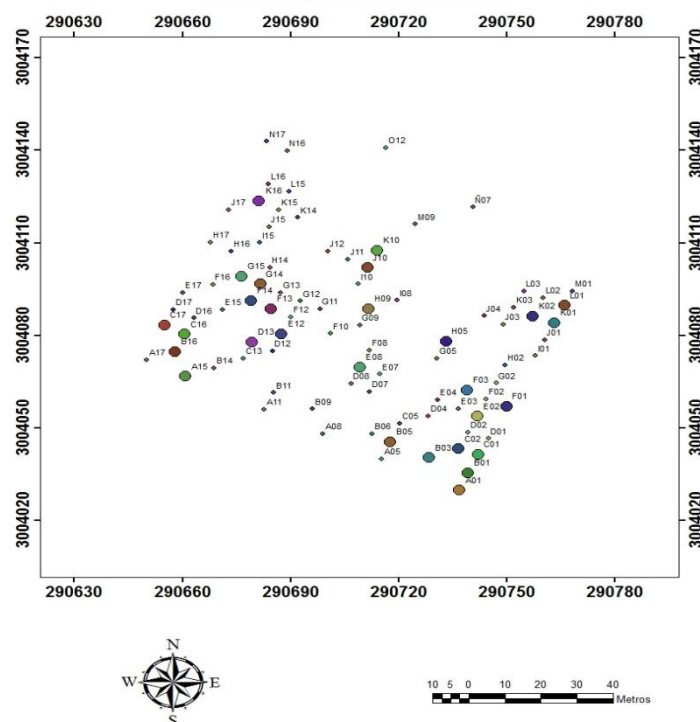
El huerto fue establecido en el año 2005, utilizando clones de *Pinus arizonica* obtenidos por medio de injertos realizados previamente en vivero. Se realizaron tres remediciones: 2007, 2011 y 2013, en las cuales se evaluó el incremento en altura y diámetro. También se registraron datos de floración y presencia de conos.

Con el fin de manejar los resultados de una forma dinámica, se realizó un Sistema de Información Geográfica en ArcGIS 9.3, aprovechando los datos del estudio realizado por Ávila y Pompa (2008). En dicha base de datos es posible analizar sus atributos dasométricos y algunos otros datos de control como fotos y observaciones generales.

11.2 Resultados

En la primera remediación correspondiente al año 2011, la sobrevivencia fue del 64.70%, representando un total de 176 individuos en desarrollo con respecto al año de establecimiento. La media de incremento en diámetro en este año fue de 4.53 cm y respecto a la altura se obtuvo un incremento promedio de 1.29 m. Los clones que presentaron un mayor incremento en el periodo 2007-2011 fueron los identificados con las claves K01, B03, A01, B01, B05, G14, A15, H09, H05, D13, B16, E02, E12, F13, C01, C16, F03, E08, G15, K16, L01, J10, K10, C17, F01, K02, F14 y C02 al tener un incremento mayor a 1.50 m en altura. Los clones O12, H02, K15, N16 y D01 presentaron las características inferiores en cuanto a desarrollo, pues ninguno superó los 0.50 m en altura.

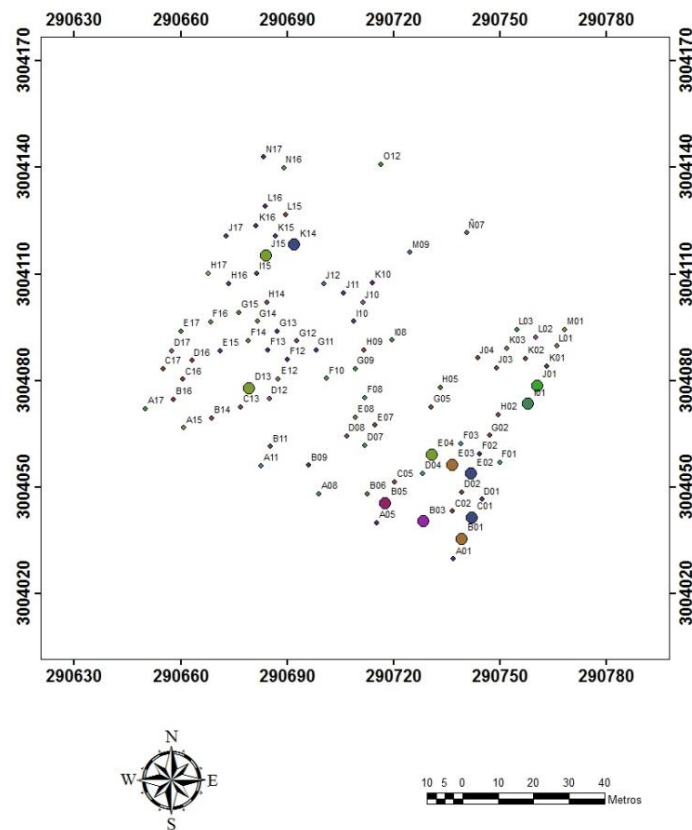
Figura 11.1 Incrementos en altura 2007-2011 del huerto clonal de *Pinus arizonica* en los bosques del Municipio de Guachochi, Estado de Chihuahua



En la Figura 11.1 se muestran los clones presentes en el huerto en el año 2011, siendo los marcados con un círculo de mayor tamaño, aquellos que alcanzaron un crecimiento en altura mayor o igual a 1.50 m.

En la remediación del año 2013, la sobrevivencia represento un 48.89%, con 133 árboles vivos; en este año se registro un incremento promedio de 4.44 cm en diámetro muy similar al año de 2011. En cambio para la variable altura esta alcanzo un incremento promedio de 0.90 m, el cual fue menor con respecto a la remediación anterior. Los individuos identificados con la clave B01, E03, B03, J01, I01, E02, C01, K14, B05, D13, J15 y E04 fueron los clones que registraron un mejor desarrollo, pues su incremento en altura superó los 150 cm. Los clones H17, N16, F10, F16, F08, K15, J11, B09, A11, J12, Ñ07, M09, O12, B06, E17, G15, H05, I08, D07, A17, L03, G09 y A08 presentaron los incrementos más bajos dentro del periodo 2011-2013.

Figura 11.2 Incrementos en altura 2011-2013 del huerto clonal de Pinus arizonica en los bosques del Municipio de Guachochi, Estado de Chihuahua



En la Figura 3 se muestran los clones presentes en el huerto en el año 2013, siendo los marcados con un círculo de mayor tamaño, aquellos que alcanzaron un crecimiento en altura mayor o igual a 1.50 m.

En la última remediación se observó la presencia de conos, siendo los clones D04, E15, C02, L01, C01, C05 y M01 los únicos individuos en presentar conos con 62, 6, 2, 2, 1 y 1 conos respectivamente. La producción anterior solo se presentó en el 7.7% del total de árboles presentes en el huerto.

Con los datos obtenidos en los análisis realizados, se obtuvo un incremento total correspondiente al periodo 2007-2013. La media de incremento total de los individuos fue de 2.20m en altura y 8.96 cm en diámetro. Según los datos de la Tabla 1 los mayores incrementos totales en altura se dieron para los clones identificados como B01, B03, B05, A01, E02, A15, D13, C01, G14, B16, F03, C16, E12 y E03.

Tabla 11 Incrementos máximos totales del Huerto Clonal de Pinusarizonica

INCREMENTOS MÁXIMOS TOTALES 2007-2013

POSICIÓN ALTURA (m). DIÁMETRO (cm).

B01 4.28 17.00

B03 4.27 16.50

B05 3.73 14.50

A01 3.55 14.50

E02 3.50 12.00

A15 3.49 8.50

D13 3.46 10.50

C01 3.39 16.00

G14 3.38 12.00

B16 3.25 11.00

F03 3.13 14.00

C16 3.08 13.00

E12 3.08 8.70

E03 3.03 9.50

Los menores incrementos totales en altura corresponden a los clones A11, F16, J11, F10, O12, K15, N16 y H17 (ver Tabla 2).

Tabla 11.1 Incrementos mínimos totales del huerto clonal de Pinusarizonica

INCREMENTOS MÍNIMOS TOTALES 2007-2013

POSICIÓN ALTURA (m). DIÁMETRO (cm).

A11 0.99 6.5

F16 0.98 2

J11 0.97 3

F10 0.89 3.5

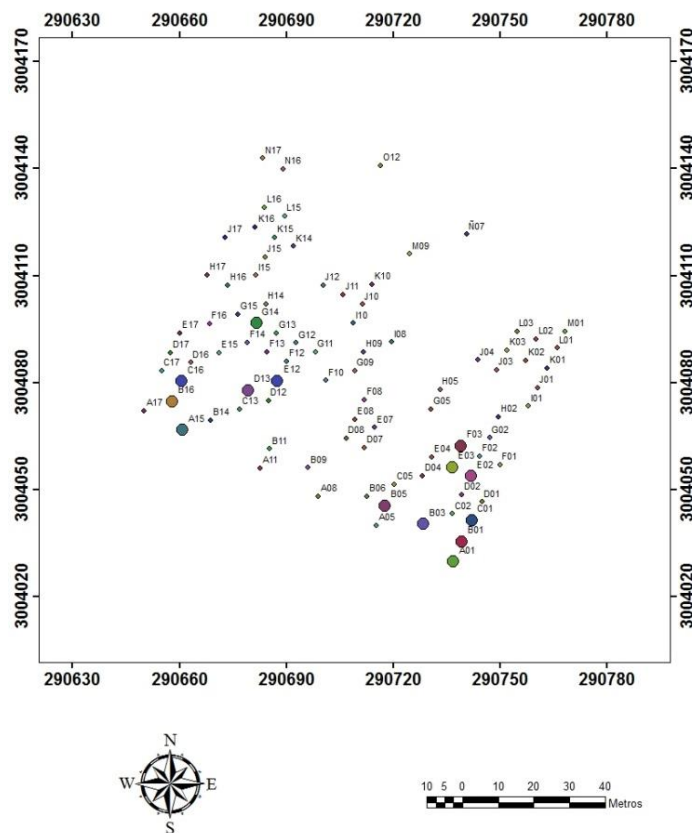
O12 0.75 5.5

K15 0.64 4.4

N16 0.58 2.5

H17 0.55 2.5

Figura 11.3 Incrementos en altura totales del huerto clonal de *Pinus arizonica* en los bosques del Municipio de Guachochi, Estado de Chihuahua



En la Figura 11.3 se muestran los clones que representaron un incremento total más significativo, siendo los marcados con un círculo de mayor tamaño, aquellos que alcanzaron un crecimiento en altura mayor o igual a 3.00 m.

Discusión

El desarrollo de los individuos presentes en el huerto clonal, muestra ciertas características que resultan de interés como lo es el caso de los clones con características fenotípicas superiores e inferiores. En ello se puede observar la dominancia genética dentro del huerto en el desarrollo de los clones.

Los individuos que tuvieron un incremento constante desde el periodo de 2007 hasta el 2013 fueron los clones identificados como B03, A01, B01, B05, G14, A15, D13, B16, E02, E12, C02, C16 Y F03. De esta manera se determinó que dichos clones poseen las mejores características genéticas dentro del huerto clonal. Por el contrario los clones A11, F16, J11, F10, O12, K15, N16 y H17, son los que presentaron las características fenotípicas inferiores dentro del huerto, ya que ninguno superó 1.00 m de incremento total en altura. Además de los resultados obtenidos, se recomienda realizar pruebas de aplicación de técnicas de injertos en órganos juveniles, así mismo la aplicación de retardadores de crecimiento con el fin de evitar una alta variación somaclonal.

En el estudio realizado por Ávila y Pompa (2008), se realizaron los injertos de Pinus arizonica utilizando patrones con una edad de 2 a 3 años, siendo la longevidad del porta injertos un factor importante en el desarrollo del material vegetativo propagado asexualmente. Por ejemplo en el estudio realizado por Moncaleán et al., (2006) obtuvieron mejores resultados en el material propagado con edad menor a 2 años.

Así mismo Larkin y Scowcroft (1981), determinaron que a mayor madurez y especialización fenotípica del órgano vegetal aumenta la probabilidad de existencia de variación somaclonal en las plantas regeneradas.

La producción de conos dentro del huerto fue muy baja. Solo el 7.7% de los clones desarrollaron conos, mientras que Codesido y Fernández (2013), determinaron que un huerto clonal de Pinus radiata en Galicia, España, presentó una producción mayor en comparación a los huertos semilleros tradicionales.

11.3 Conclusiones

Se observó el potencial fenotípico de los individuos determinándose aquellos que poseen las mejores características siendo los clones B03, A01, B01, B05, G14, A15, D13, B16, E02, E12, C02, C16 y F03. Ello permitirá a futuro realizar más investigación y producción con el material vegetativo de procedencia con el cual se realizaron los injertos que actualmente forman parte del huerto.

Así mismo se determinó cuáles individuos presentan características inferiores siendo los clones A11, F16, J11, F10, O12, K15, N16 y H17 los que menor incremento desarrollaron dentro del huerto. De esta manera se puede descartar el material vegetativo antes mencionado para la reproducción asexual en el futuro.

El desarrollo de conos dentro del huerto solo se presentó en un 7.7% del total de los clones, por lo cual es conveniente esperar y seguir realizando remediciones. Así mismo, se recomienda explorar técnicas que propicien la floración y fructificación para incrementar el potencial productivo del huerto.

Es importante continuar el seguimiento del huerto, pues solo así se podrá determinar la viabilidad real que presentan los clones presentes. El análisis de la producción de estróbilos en el futuro es fundamental ya que de esa forma se podrán aplicar polinizaciones controladas dentro del huerto clonal.

Igualmente se debe continuar con la aplicación de actividades culturales en el huerto. De esa manera se podrán potencializar las características genéticas de los clones presentes.

11.4 Referencias

Ávila F., Y Pompa G., M. 2008. Caracterización de la reproducción clonal del género pinus en Silvicultores Unidos de Guachochi, Chihuahua. Revista del Instituto de Silvicultura e Industria de la Madera. Universidad Juárez del Estado de Durango, 12-15.

- Codesido, V. y Fernández, L., J. 2013. Juvenile radiata pine clonal seed orchard management in Galicia (NW Spain). Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 176-179.
- CORMA. 2008. Plantaciones forestales en Chile. Corporación Chilena de la Madera. Concepción, Región del Biobío, Chile, 13.
- Espinel, S. 1994. Mejora genética de *Pinus radiata* en la C.A.V.; Sustrai n° 34, 3° trimestre, 24.
- Larkin, P.J. y Scowcroft, W. R. 1981. Somaclonal variation, a novel source of variability from cell cultures of plant improvement. Theor. Appl. Genet, 5-12.
- Moncaleán, P., Fernández, L. E., De Diego, N., y Bagazgoitia, E. 2006. Multiplicación asexual de genotipos élite de *Pinus radiata* D. Don como aplicación biotecnológica para sus programas de mejora genética. Neiker, 13-16.
- Pascual M.; Espinel S.; Marquínez R. 2000. Caracterización clonal de huertos semillero de *Pinus radiata* en la Comunidad Autónoma Vasca. Neiker, 3-5.
- Rodríguez, G., A. 2005. Variación de nueve caracteres morfológicos de acículas, conos y semillas de *Pinus engelmannii* Carr en el Estado de Durango, 11
- Rodríguez L., R. y Capo, A., M. 2005. Morfología de acículas y conos en poblaciones naturales de *Pinus arizonica* Engelm. Ra-Ximhai enero-abril año/vol, número 1, 132.
- Salinas M. 2012. Prácticas de mejoramiento genético forestal en vivero. MASISA. Chillán, Región del Biobío, Chile, 9.

Efecto antimicótico del extracto de gobernadora (*Larrea tridentata*)

María Carrillo, Brenda Alvarado, Diana Zavala, Abigail Reyes y Alejandro Hernández

M. Carrillo, B. Alvarado, D. Zavala, A. Reyes y A. Hernández
Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Romualdo del Campo No. 501. Fracc. Rafael Curiel, Cd.
Valles, S.L.P. C.P. 79060
maluisa@uaslp.mx

M. Ramos., V. Aguilera., (eds.) Ciencias Agropecuarias, Handbook -©ECORFAN- Valle de Santiago,
Guanajuato, 2014.

Abstract

The aim of this study was to evaluate the antifungal activity of *Larrea tridentata*, on *Aspergillus flavus*, *A. niger* and *A. parviticus*, from the percent inhibition and determining their growth parameters. Extracts were obtained by Soxhlet using as solvent 80% ethanol and distilled water. The extracts were tested at concentrations of 50, 100, 250, 500 and 1000 ppm. The media were inoculated with 2 μ l of fungal spore suspensions of study. As a positive control potassium sorbate at 0.3% and the negative control medium without preservative were used. The systems were incubated for 10 days at $30 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ and the radial growth of the colony was measured every 24 hours. With data growth inhibition percentage and was calculated using the program DMFit growth parameters of each fungus at different growth conditions were obtained. The ethanol extract of *Larrea* controlled the growth of the three fungi while the aqueous extract did not inhibit growth. The ethanol extract showed an inhibitory effect of 43 to 63% by *Aspergillus* species.

12 Introducción

En México existe una gran diversidad de especies botánicas, que se usan comúnmente para el control de enfermedades en humanos, mientras que su uso en el control de fitopatógenos es menos empleado. Por otro lado, la industria alimentaria busca nuevas formas para controlar el crecimiento de los hongos que descomponen a los alimentos y que constituyen un riesgo para la salud pública. Actualmente, los productos naturales como las plantas, han sido estudiados como una alternativa para el control del crecimiento de hongos. Uno de los géneros de hongos importantes para la agricultura y la industria alimentaria se encuentra *Aspergillus*. Las especies de este género producen aflatoxinas, las cuales son causantes de pérdidas económicas en la producción de cereales. Entre las plantas que se han estudiado como antifúngicos está la gobernadora (Garza-Ramos et al., 2008). Tequida-Meneses et al. (2002) reportaron que el extracto de gobernadora tiene efecto inhibitorio sobre especies de *Aspergillus*, *Fusarium* y *Penicillium*, mientras que Lira-Saldivar et al. (2006) investigaron la actividad antifúngica del extracto hidrosoluble de gobernadora y soluciones de quitosán, contra *Botrytis cinerea*.

Aunque se ha reportado que el extracto de gobernadora tiene actividad antifúngica sobre hongos del género *Aspergillus*, resulta interesante saber si su actividad varía entre las especies de un mismo género. Por lo anterior, este trabajo tuvo como objetivo evaluar el efecto del extracto de gobernadora sobre el crecimiento de tres especies de hongos del género *Aspergillus* mediante la medición del porcentaje de inhibición y del análisis de los parámetros de crecimiento de estos hongos.

12.1 Materiales y métodos

Obtención del extracto

Se utilizaron hojas secas de gobernadora (*L. tridentata*), recolectadas en la zona media del estado de San Luis Potosí. Éstas fueron molidas en una licuadora hasta obtener un tamaño mínimo de la planta. 20 g de hojas secas y molidas, se colocaron en un cartucho de extracción y se sometieron a reflujo en el equipo Soxhlet durante dos horas, utilizando como disolvente 200 ml de etanol al 80%.

Después del tiempo de reflujo se utilizó un rotavapor (Büchi) para recuperar el solvente y obtener el extracto húmedo. Éste se colocó en la estufa de convección a 60 °C durante 48 horas para obtener el extracto seco.

Preparación del extracto

El extracto seco se pesó y se aforó a 100 mL con agua destilada. La solución se esterilizó utilizando filtros de membrana con poros de 0.45 µm y se almacenó a 10 °C hasta su uso. A partir de esta solución madre se prepararon soluciones a las concentraciones propuestas en el diseño experimental.

Preparación del inóculo

Se utilizaron cepas de los hongos *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus parasiticus* del cepario del Laboratorio de Investigación en Alimentos de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, las cuales se hicieron crecer en agar papa – dextrosa (Marca Merck) por 7 días a 25 ± 2 °C. A partir de los cultivos de siete días de cada una de las cepas, se hicieron suspensiones de esporas de cada hongo. Las esporas se removieron lavando la superficie de las cuñas de agar con 10 ml de tween al 0.01 % estéril. Las suspensiones de esporas se conservaron a 4 °C hasta su uso.

Preparación de los medios de cultivo

El medio que se usó para cultivar las cepas fue el medio agar papa – dextrosa (marca Merck) y se le agregó la cantidad de extracto necesario hasta obtener las concentraciones finales en los medios de 50, 100, 250, 500 y 1000 ppm de manera similar a como se realizó en la metodología de Khalil y Dababnch (2007); Como control positivo se usó sorbato de potasio al 0.3 % (BaduiDergal, 2006) y como control negativo se usó un medio de cultivo sin extracto y sin conservador. Todos los ensayos se llevaron a cabo por triplicado.

Inoculación de medios de cultivo

Cada uno de los medios de cultivo se inoculó con 2 µl de la suspensión de esporas (aproximadamente 10^3 esporas) de cada hongo en el centro del medio de cultivo. Esto se realizó por triplicado. Los sistemas inoculados se guardaron en recipientes herméticos de plástico con la finalidad de prevenir el cambio de humedad, y se incubaron a 30 ± 2 °C durante diez días.

Medición del crecimiento

Las cajas inoculadas se observaron diariamente durante diez días. Una vez iniciado el crecimiento del hongo, el diámetro de las colonias se midió cada 24 horas haciendo uso de un vernier (*AbsoluteDigimatic*); que aunque no es una forma que representa verdaderamente la naturaleza del crecimiento fúngico; es la más sencilla y directa para cuantificar el crecimiento (Gibbson y Hocking 1997). Con los diámetros registrados de cada condición se obtuvieron los porcentajes tanto de crecimiento como de inhibición.

Los diámetros de las colonias, se graficaron contra el tiempo para obtener las curvas de crecimiento de cada hongo en cada condición. Éstas se ajustaron empleando el programa DMFit, que usa el modelo de Baranyi y Roberts (1994) ecuación 1; para obtener los parámetros de crecimiento; velocidad de crecimiento (μ (mm h⁻¹)), tiempo de latencia (λ (h)) y crecimiento máximo ($Y_{\text{máx}}$), así como el coeficiente de correlación R^2 de los hongos estudiados.

$$y(t) = y_0 + \mu_{\text{máx}} t + \frac{1}{\mu_{\text{máx}}} \ln \left(e^{-\nu t} + e^{-h_0} - e^{-\nu t - h_0} \right) - \frac{1}{m} \ln \left(1 + \frac{e^{m\mu_{\text{máx}} t + \frac{1}{\mu_{\text{máx}}} \ln \left(e^{-\nu t} + e^{-h_0} - e^{-\nu t - h_0} \right)} - 1}{e^{m(y_{\text{máx}} - y_0)}} \right) \quad (12)$$

Análisis estadístico

Los porcentajes de crecimiento y de inhibición de cada hongo, así como los parámetros de crecimiento de cada hongo en cada condición se compararon entre sí, y se estableció la CMI para cada hongo como la que logró inhibirlo completamente.

Para determinar el efecto de la concentración de extracto sobre los parámetros de crecimiento de los hongos, se realizó un análisis de regresión múltiple (Statistica). La Concentración Mínima Inhibidora (CMI) del extracto se consideró como aquella donde se inhibió el crecimiento del hongo.

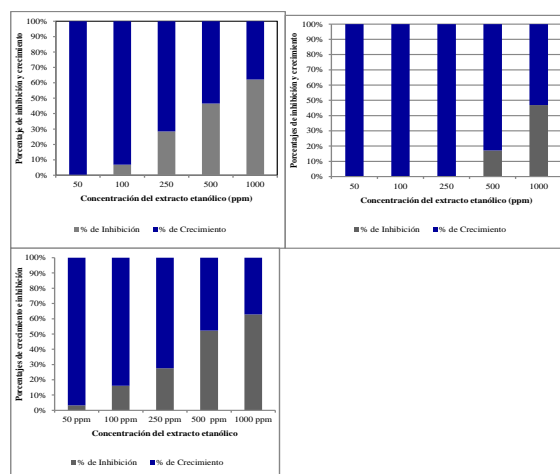
12.2 Resultados y discusión

La Figura 1 muestra los resultados obtenidos de la evaluación del extracto etanólico de gobernadora, sobre el porcentaje de inhibición del crecimiento micelial de *A.flavus*, *A. niger* y *A. parasiticus*.

El crecimiento de los hongos es inversamente proporcional a la concentración y la inhibición es directamente proporcional a la concentración del extracto presente en el medio.

La inhibición total del crecimiento del hongo no fue posible, ya que se requiere de una concentración mayor a 1000 ppm del extracto para lograr tal inhibición.

Grafico 12 Porcentajes de crecimiento e inhibición de *A. flavus* (A), *A. niger*(B) y *A. parasiticus* (C) al usar el extracto etanólico de *L. tridentata*

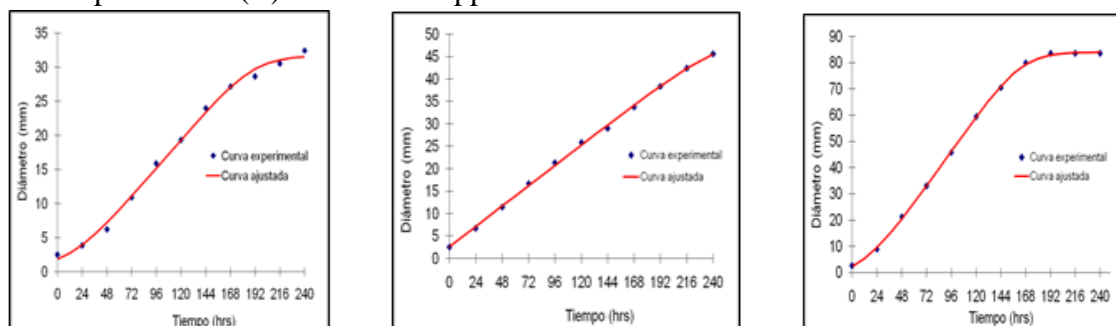


El extracto etanólico inhibió el crecimiento de los hongos conforme aumentó la concentración del extracto en el medio (Figura 1), lo que se atribuyó a la presencia de compuestos fenólicos en el extracto, los cuales tienen actividad antimicótica. Estos resultados confirman lo reportado por otros autores, respecto a la acción antifúngica de *L. tridentata*. Tequida-Meneses et al. (2002) demostraron la efectividad del extracto alcohólico de *L. tridentata* usando 5000 ppm contra *A. flavus*, *A. niger*, *Penicillium chrysogenum*, *P. expansum*, *Fusarium moniliforme* y *F. poae*.

López-Benítez et al. (2004) reportaron que extractos al 5 y 10% de concentración de *Allium sativum*, *Larrea tridentata*, *Nicotiana glauca* y *Caryophyllus aromaticus* inhibieron el crecimiento micelial de *Rhizoctonia solani* in vitro, y sobre plantas de frijol susceptibles al patógeno. Lira-Saldivar et al. (2006) probaron la actividad antifúngica del extracto de *Larrea tridentata* y soluciones de quitosán (CH), sólo y combinados contra el *Botrytis cinerea*, *Colletotrichum coccodes* y *Fusarium oxysporum*, encontrando que son eficaces en el control de estos hongos sólo cuando el extracto se usa en concentraciones mayores a 1000 ppm.

En la Figura 2 se presentan las curvas de crecimiento de las tres especies de hongos al usar 1000 ppm de extracto etanólico de *L. tridentata*.

Figura 12 Curvas de crecimiento de *A. flavus*(A), *A. niger* (B) y *A. parasiticus* (C) al usar 1000 ppm de extracto etanólico de *L. tridentata*



Las Tablas 12 a 12.2 muestran los parámetros de crecimiento -velocidad de crecimiento, tiempo de latencia y crecimiento máximo- de los hongos estudiados, calculados con el programa DMFit.

Tabla 12 Parámetros de crecimiento del *A. flavus* al usar diferentes concentraciones de extracto de *L. tridentata*

	Concentración	Parámetros de crecimiento			R ²
		Velocidad de crecimiento (mm/h)	Tiempo de latencia (h)	Crecimiento máximo (mm)	
Control negativo	0 ppm	0.62	16.18	86.26	0.99
Extracto etanólico	50 ppm	0.34	16.07	74.13	0.99
	100 ppm	0.43	16.02	81.16	0.99
	250 ppm	0.41	16.48	81.47	0.99
	500 ppm	0.43	16.89	84.99	0.99
	1000 ppm	0.17	19.97	85.69	0.99
Control positivo (Sorbato de potasio)	0.3%	0.57	21.32	86.38	0.95

Tabla 12.1 Parámetros de crecimiento del *A. niger* en las diferentes concentraciones de extracto etanólico

	Concentración	Parámetros de crecimiento			R ²
		Velocidad de crecimiento (mm/h)	Tiempo de latencia (h)	Crecimiento máximo (mm)	
Control negativo	0 ppm	1.01	24.77	86.07	0.99
Extracto etanólico	50 ppm	0.81	25.21	86.06	0.99
	100 ppm	0.61	20.53	85.16	0.99
	250 ppm	0.48	24.02	85.16	0.99
	500 ppm	0.33	24.91	86.77	0.99
	1000 ppm	0.18	26.45	87.02	0.99
Sorbato de potasio	0.3%	0.39	28.12	85.81	0.99

Tabla 12.2 Parámetros de crecimiento del *A. parasiticus* en las diferentes concentraciones de extracto etanólico

	Concentración	Parámetros de crecimiento			R ²
		Velocidad de crecimiento (mm/h)	Tiempo de latencia (h)	Crecimiento máximo (mm)	
Control negativo	0 ppm	0.59	14.17	85.86	0.99
Extracto etanólico	50 ppm	0.52	16.01	83.21	0.99
	100 ppm	0.36	16.29	73.58	0.99
	250 ppm	0.29	17.65	64.57	0.99
	500 ppm	0.17	18.35	52.66	0.99
	1000 ppm	0.14	19.57	46.00	0.99
Sorbato de potasio	0.3%	0.61	22.21	36.56	0.99

Al usar diferentes concentraciones del extracto de *L. tridentata* se observó que con el la velocidad de crecimiento de *Aspergillus flavus* disminuyó desde la concentración de 50 ppm. Al usar 1000 ppm del extracto se observó un aumento en el tiempo de latencia cercano al del sorbato de potasio. El crecimiento máximo fue similar al alcanzado por el control (Tabla 1).

Para *A. niger* se observó que la velocidad de crecimiento disminuyó a un nivel inferior que el mostrado por el sorbato de potasio desde 500 ppm en el medio; el tiempo de latencia también fue menor en comparación con el control positivo. El crecimiento máximo resultó cercano al del control positivo a partir de 500 ppm. Lo observado indica que el extracto etanólico afecta los parámetros de crecimiento desde las 50 ppm, pero afecta los tres parámetros a partir de las 500 ppm (Tabla 2). Esto pudiera ser útil, en un momento dado, para retardar el inicio de crecimiento; por ejemplo en la industria alimentaria, donde se busca detener el desarrollo de los microorganismos deteriorativos de los alimentos.

Con respecto al hongo *A. parasiticus* (Tabla3), al usar el extracto etanólico, se observó que en relación al control negativo, la velocidad de crecimiento, y el crecimiento máximo disminuyeron, mientras que el tiempo de latencia aumentó; éste último parámetro aumentó al usar extracto de *L. tridentata*, pero no fue mayor que el control positivo.

Aunque en este trabajo la máxima concentración que se usó fue de 1000 ppm (Figura 2), -la cual no fue suficiente para inhibir en su totalidad el crecimiento de las tres especies de *Aspergillus*-, si lo fue para disminuir su velocidad y crecimiento máximo, lo cual es importante si se considera que estos parámetros de crecimiento desempeñan un papel muy importante cuando se quiere establecer la el tiempo de vida de anaquel de los productos que son deteriorados por el crecimiento de hongos.

12.3 Conclusiones

La intensidad del efecto antimicótico del extracto etanólico de *L. tridentata* fue: *A. parasiticus*>*A. flavus*>*A. niger*; siendo el porcentaje de inhibición de 63, 61 y 46 % respectivamente. Esto debido probablemente a la diversidad metabólica intrínseca de cada hongo.

12.4 Referencias

Badui-Dergal, S. (2006). *Química de los Alimentos*. (3ª ed.). México: Editorial Pearson Educación.

Baranyi, J., Roberts, T. A. y McClure, P. (1993). A non-autonomous differential equation to model bacterial growth. *Food Microbiology* 10, 43-59.

Garza-Ramos, M. A., Oranday-Cardenas, A. y Picasso-González, K. C. (2007). Localización de compuestos con efecto antimicrobiano. Obtenida el 3 de Mayo de 2008 de <http://www.congresobiomedico.org.mx/memorias/htm/434/313.htm> y de http://www.respyn.uanl.mx/especiales/2007/ee-08-2007/documentos/salud_bucal.htm

Gibson, A. M. y Hocking, A. D. (1997). Advances in the predictive modeling of fungal growth in food. *Trends of Food Science and Technology* 8, 353-358.

Lira-Saldivar, R. H., Hernandez-Suárez, M. y Hernandez-Castillo, F.D. (2006). Activity of *Larreatridentata* (D.C.) Coville (L) extracts and Chitosan against fungi that affect horticultural crops. *Revista Chapingo. Serie horticultura*. 12(002), 211-216.

Lopez-Benitez, A., López-Betancourt, S. R. y Mendoza-Elos, M. (2004). Efecto de extractos vegetales en el crecimiento de *Rhizoctoniasolani*Kün in vitro y en plantas de frijol susceptible. *CIGA, ITA*. 33.

Tequida-Meneses, M., Cortez-Rocha, M., Rosas-Burgos, E. C., López-Sandoval, S. y Corrales-Maldonado, C. (2002). Efecto de extractos alcohólicos de plantas silvestres sobre la inhibición de crecimiento de *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger*, *Penicilliumchrysogenum*, *Penicilliumexpansum*, *Fusarium moniliforme* y *Fusarium poae*. *Revista Iberoamericana de Micología* 19, 84-88.

**Efecto de fósforo en la producción de plántulas de maracuyá
(*passifloraedulis* var. *flavicarpa*)**

A. Sánchez, G. Alejo, V. Jimenez, L. Ramirez y A. Valencia

A. Sánchez, G. Alejo, V. Jimenez, L. Ramirez y A. Valencia

Unidad Académica de Agricultura, Universidad Autónoma de Nayarit. Km. 9 Carretera Tepic-
Compostela. Xalisco; Nayarit. C. P. 63756. México.
frosas2009@hotmail.com

M.Ramos.,V.Aguilera.,(eds.) Ciencias Agropecuarias, Handbook -©ECORFAN- Valle de Santiago,
Guanajuato, 2014.

Abstract

This research was performed at the Academic Unit of Agriculture of the Autonomous University of Nayarit, located in the town of Xalisco, Nayarit; in order to evaluate the effect of phosphorus solutions on seedling root growth of passionfruit (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa*). A completely randomized experimental design with ten replications. As treatments four nutrient solutions at different concentrations of phosphorus (1, 2, 3 and 4 meq H₂PO₄-L-1) and a control were used. Sowing was carried out in plastic bags of a size of 20 x 35, using soil as a growing medium. Fresh and dry leaf, stem and root weight were evaluated; and the percentage of phosphorus in tissue dry leaf, stem and root. The results indicated: significant differences between nutrient solutions for the variables leaf fresh and dry weight, stem dry weight, fresh and dry root and leaf phosphorus percentage weight. The best result of root fresh weight was obtained by treatment of 3 meq H₂PO₄-L-1.

13 Introducción

El maracuyá (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa*), es un frutal exótico con mercado potencialmente rentable y en expansión; se desarrolla principalmente en ciertas regiones del país cuyas condiciones agroclimáticas propician este tipo de explotación. En México es posible encontrar el cultivo en varios estados entre los que destacan por su producción: Tabasco, Puebla, Chiapas, Morelos y Veracruz con un rendimiento promedio de 8 a 10 ton/ha (Reyes, 1994). Para el estado de Nayarit, la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA, 2003), menciona que la producción de maracuyá se distribuye en tres regiones, que son Compostela, Santa María del Oro y Xalisco. Según con la información publicada por el Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (SIACON, 2012), Nayarit cuenta con una superficie de 7 ha y un rendimiento promedio de 8,586 ton/ha.

El maracuyá posee cualidades fármaco-dinámicas y alimenticias en su jugo, cáscara y semillas. La acción sedativa y tranquilizante se debe a la presencia de flavonoides, lo cual ha sido comprobado en investigaciones realizadas. El jugo puede ser industrializado para la elaboración de cremas, dulces, licores, etc. Así mismo, se pueden elaborar néctares, mermeladas, refrescos, concentrados y pulpa (Olayo, 1992). Por lo anterior la demanda del cultivo es importante y ha despertado interés la generación de conocimiento en cuanto a su manejo y nutrición.

Un aspecto muy importante a considerar en la producción del maracuyá es contar con plántulas con un desarrollo adecuado de raíz, para que no tengan problemas por la absorción de los nutrimentos y agua durante el desarrollo del cultivo ya que muchas veces el problema radica en plántulas en malas condiciones que permiten obtener frutos de mala calidad y rendimientos bajos.

En este sentido el nutrimento que se le atribuye un efecto significativo en cuanto al desarrollo del sistema radicular es el fósforo y las plantas que padecen deficiencia de fósforo tienen un crecimiento retardado y la relación de peso entre la parte área/raíz es generalmente baja.

En frutales muestran tasas reducidas de crecimiento de nuevos brotes, y frecuentemente el desarrollo y la apertura de los capullos no es satisfactorio, de tal manera que si se presente deficiencias por este elemento los rendimientos no solo son bajos, si no también frutos y semillas de mala calidad (Mengel y Kirkby, 2000).

Actualmente existen investigaciones en cultivos hortofrutícolas en donde se evalúa el efecto de fósforo en plántula, sin embargo, en el cultivo de maracuyá, la información es escasa o nula; por lo que en la presente investigación el objetivo es evaluar las soluciones nutritivas de fósforo en el crecimiento radicular de plántulas de maracuyá.

13.1 Materiales y métodos

Descripción del sitio experimental. La investigación se llevó a cabo en la Unidad Académica de Agricultura de la Universidad Autónoma de Nayarit (UAA-UAN), la cual se encuentra ubicada en el municipio de Xalisco, Nayarit, con coordenadas geográficas 21°25'37'' de latitud norte y 104°53'27'' de longitud oeste, con una elevación de 975 msnm. El clima predominante es cálido subhúmedo y semicálido subhúmedo con lluvias en verano (junio a septiembre), alcanzando una precipitación promedio anual de 1,232.4 mm con una temperatura promedio anual de 23°C (García, 1982).

Material genético

Se utilizaron semillas de maracuyá recolectadas en la localidad del Rosario, municipio de Amatlan de Cañas, Compostela y la Yerba, en el municipio de Tepic Nayarit.

Diseño experimental y tamaño de parcela

Se utilizó un diseño completamente al azar con 10 repeticiones. Cada unidad experimental, estaba formada de 10 plantas, obteniéndose un total de 50 para todo el experimento.

Tratamientos

Los tratamientos consistieron en cuatro soluciones nutritivas con diferentes concentraciones de fósforo y un testigo (ver Tabla 1). Para mantener el balance entre cationes y aniones (20 meq L⁻¹), conforme se incrementó la concentración de fosfatos (H₂PO₄⁻) se redujo la concentración de sulfatos (SO₄⁼). Se utilizaron fertilizantes solubles grado fertirriego para la aplicación de N y K; en el caso de P se utilizó ácido fosfórico grado reactivo, el cual se diluyó al 10 % y ácido sulfúrico grado reactivo diluido a 2%.

Tabla 13 Soluciones nutritivas a diferentes concentraciones de P(H₂PO₄)

Tratamientos	NO ₃ ⁻	H ₂ PO ₄ ⁻	SO ₄ ⁼	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺
	-----meq L ⁻¹ -----					
T1.	12	1	7	7	9	4
T2.	12	2	6	7	9	4
T3.	12	3	5	7	9	4
T4.	12	4	4	7	9	4
T5.	0	0	0	0	0	0

T1=1.0; T2 =2.0; T3=3.0; T4=4.0 y T5=0 meq L⁻¹ H₂PO₄⁻

VARIABLES EVALUADAS

Peso fresco de hoja, tallo y raíz

A los dos meses después de la aplicación de los tratamientos, las plántulas se llevaron al laboratorio de suelo y se separaron los diferentes órganos con un cúter, previamente desinfectado. Se les realizó un lavado con agua normal y agua destilada para eliminar posibles contaminantes, se registró el peso fresco de cada órgano posteriormente, se colocaron en bolsas de papel marca Morysan calibre número 4, para proceder a su proceso de secado a 60 °C hasta llegar a peso seco constante. Para determinar estas variables, se utilizó una báscula digital, marca Boeco.

Peso seco de hoja, tallo y raíz

Después de 72 horas las muestras en la estufa, se pesaron en una báscula digital, Boeco. Esta actividad se efectuó cada tres días, hasta que alcanzaron peso constante. Finalmente, se realizó la molienda, en el laboratorio de Nutrición Animal de la UAA.

Cuantificación de fósforo en tejido

A los diferentes órganos se les cuantificó P a través de un método colorimétrico mediante el procedimiento de Vanadato-Molidato (Chapman y Pratt, 1979).

Procedimiento

Preparación de la muestra

Se pesó una muestra de 1.0 g en un tubo de digestión de 25 ml; se añadió 6 ml de una mezcla de ácido sulfúrico con ácido salicílico y se puso en predigestión durante 24 horas, posteriormente se pusieron en una plancha de digestión durante un tiempo aproximado de 8 horas, al final de este tiempo quedó concluida la etapa de digestión.

Para la cuantificación de P, se transfirió la muestra que resultó de la digestión aun matrazvolumétrico de 50 ml, a través de una serie de lavados con agua destilada, aforando con agua destilada.

Cuantificación de fósforo

Se transfirió una alícuota de 5 ml de muestra digestada a un matraz volumétrico de 50 ml. Se le Añadió 10 ml del reactivo de molibdato de amonio-vanadato de amonio. Se mezcló y diluyó al volumen y se mezcló nuevamente. Al cabo de 30 minutos, se procedió a la lectura de la densidad de color en una longitud de onda de 470 mμ, en un espectrofotómetro.

Se determinó el P, con base a una curva preparada a partir de estándares, estos recomendados, también se tomó alícuotas de 0, 5, 10, 15 y 20 ml de las soluciones estándar de fósforo de 50 ppm y se desarrolló el color.

Cálculo de concentración de Pen tejido vegetal. $P \text{ (mg/kg)} = CC * DM * DV$

Donde: CC = Concentración de curva (mg/kg). DM = Dilución de masa equivalente a volumen de lavado (ml) / peso de muestra (g). DV = Dilución de volumen equivalente a alícuota utilizada (ml) / volumen de afore (ml). % de P = $((P \text{ (mg/kg)}) * (100)) / (1000000)$.

Análisis estadísticos. Se aplicó el análisis de varianza y la prueba de medias por el método de Tukey ($\alpha=0.05$) a las variables evaluadas. Para lo anterior, se utilizó el paquete estadístico SAS (StatisticalAnalysisSystem, 2000).

13.2 Resultados y discusión

Análisis de varianza (laboratorio). De las nueve variables evaluadas: peso fresco de hoja, peso fresco de tallo, peso fresco de raíz, peso seco de hoja, peso seco de tallo, pesos seco de raíz, porcentaje de P en hoja, porcentaje de P en tallo y porcentaje de P en raíz, cinco presentaron diferencias significativas entre las soluciones nutritivas aplicadas (tratamientos): peso fresco de hoja, peso fresco de raíz, peso seco de hoja, peso seco de tallo, porcentaje de P en hoja ya que en ellas.

Los valores de $Pr > F$ arrojados por la prueba estadística fueron menores de 0.05 (ver Tabla 2). De variables evaluadas antes mencionadas, en lo referente al coeficiente de variación (C. V.), el cual nos mide el grado de error que se comete al medir cada una de las variables medidas, en la mayoría de los casos significativos se obtuvieron valores aceptables, lo que refleja una buena conducción del experimento.

Tabla 13.1 Resultados del análisis de varianza de las variables evaluadas en laboratorio

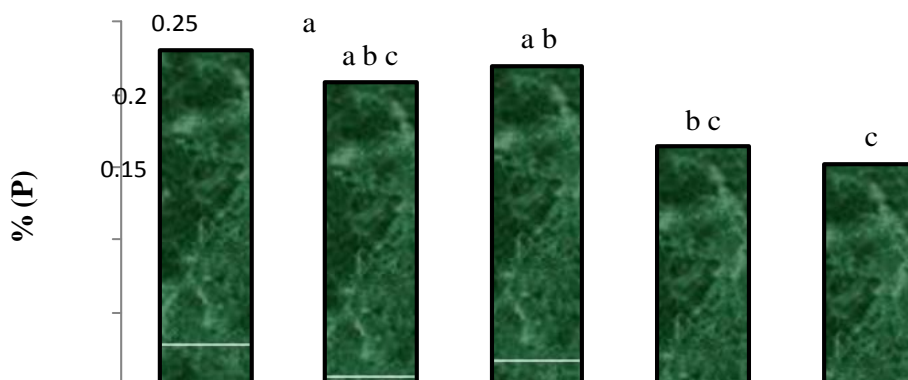
Variables	Pr>F	C.V(%)
Pesofrescodehoja	0.0400*	20.20899
Pesofrescodetallo	0.2454 ^{ns}	25.60239
Pesofrescoderaíz	0.0555*	34.59972
Pesosecodehoja	0.0215*	30.16188
Pesosecodetallo	0.0052*	38.48739
Pesos secoderaíz	0.0296 ^{ns}	35.84497
Porcentaje de Penhoja	0.0013*	15.34899

Cuando la $Pr > F$ es menor de 0.05, existen diferencias significativas. *Presencia de diferencias. ns Ausencias de diferencias.

Porcentaje de fósforo en hoja.

Al determinar el porcentaje de P en hoja (% P) indica que la concentración de P tuvo efecto significativo. El tratamiento con la concentración de 1 meq L⁻¹ H₂PO₄⁻ fue el que tuvo mayor porcentaje de P en hoja con 0.23 %, lo que muestra que una concentración de fosfato mayor a 3 meq L⁻¹, no favorece la absorción de P, esto puede deberse a una reacción de antagonismo entre el P y el calcio presente en la solución nutritiva (ver Figura 1).

Grafico 13 Porcentaje de fósforo en hoja. T1=1.0; T2=2.0; T3=3.0; T4=4.0 y T5=0 meq L⁻¹ H₂PO₄⁻. Medias con la misma letra, son estadísticamente iguales.



Tratamientos

De los tres órganos (hoja, tallo y raíz) evaluados en plántulas de maracuyá, en cuanto a la concentración de este nutriente, la hoja es el órgano que tiene mayor porcentaje, esto se debe a que este el órgano requiere gran cantidad de P y más cuando está en etapa vegetativa de lo contrario con un déficit de este nutrimento las hojas tendrán una coloración morada y enrolladas.

Este órgano es de gran importancia porque es quien lleva a cabo el proceso de fotosíntesis y este proceso es de suma importancia para el crecimiento y desarrollo de las plantas.

La concentraciones de P determinada en la presente investigación en hojas de maracuyá son valores similares a los encontrados por García (2002), quien obtuvo una concentración en hojas de maracuyá de 0.25 a 0.35%.

13.3 Conclusiones

Se presentaron diferencias significativas entre las soluciones nutritivas aplicadas para algunas variables evaluadas: Peso fresco y seco de hoja, peso fresco y seco de raíz, peso seco de tallo y porcentaje de P en hoja. Los órganos con mayor concentración de P fueron las hojas que superó en cuanto a concentración al tallo y raíz.

El tratamiento con concentración de 3 meq L⁻¹ H₂PO₄⁻ incrementó significativamente la producción de raíz, por lo tanto es la solución nutritiva que es ideal para la producción de plántula, cuando la intención es aumentar la producción de biomasa radicular para garantizar el éxito de la planta al ser establecida en campo.

13.4 Agradecimientos

El trabajo fue apoyado por la Unidad Académica de Agricultura de la Universidad Autónoma de Nayarit.

13.5 Referencias

Chapman, H. D. y Pratt, P. F. 1979. Métodos de análisis para suelos, plantas y agua. Trillas. México, D. F.

arc a, . 1 2. os li as del alle de íco, seg n el siste a de clasificaci n cli atica de ppen. íco.

García, A. 2002. Cultivo de Maracuyá Amarillo. CENTA. Salvador. 33pp.

Mengel, K. y Kirkby, E. A. 2000. Principios de Nutrición de Vegetal. 4a edición. International Potash Institute. Basel, Suiza. 692 p.

Olayo, I. 1992. Frutas de América Tropical y Subtropical. Historia y Usos. Grupo Editorial Norma. Colombia. 179. p.

Reyes, R. 1994. El maracuyá y sus posibilidades de desarrollo en Tabasco, México. Maracujá. Producao e Mercado. Bahía, Brasil. pp. 249-255.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA, 2003). Centro de Estadística Agropecuaria. Subdelegación Agropecuaria. Tepic, Nayarit. México.

Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (SIACON, 2012). Disponible en:
http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=44&Itemid=378. Consultado el 26 de septiembre del 2013.

Elaboración y caracterización de películas biodegradables a partir de mucilago de nopal-caseinato de sodio y mucilago de nopal-pectina

Bethsua Mendoza, Erik Gómez, Edna Hernández, Adriana Rodríguez y Norberto Chavarría.

B. Mendoza, E. Gomez, E. Heranandez, A. Rodriguez y N. Chavarria
Cuerpo Académico de Industrias Alimentarias. Instituto Tecnológico Superior del Oriente del Estado de Hidalgo, Carretera Apan-Tepeapulco Km. 3.5 Col las peñitas, CP 43900, Apan, Hidalgo. Instituto de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
bmendoza@itesa.edu.mx

M.Ramos.,V.Aguilera.,(eds.) Ciencias Agropecuarias, Handbook -©ECORFAN- Valle de Santiago, Guanajuato, 2014.

Abstract

In this paper the effect of age cladodio and ratio extract-ethanol yield was studied, finding the best results using cladodes 1 and a 1:4 ratio extract-mucilage respectively mucilage is suitable for be applied in the preparation of edible films in combination with sodium caseinate, pectin and glycerol as plasticizer, suitable formulations were 4% sodium caseinate, mucilago 1% and 30% w / v glycerol (F1); 2% pectin, 1% mucilage and 20% w / v glycerol (F2). The film obtained has suitable physical characteristics, to be utilizandas food. It was found that the solubility of the film in water with the addition disminuyenopal mucilage, which is beneficial since the peliucla may be more efficient to maintain the integrity of food.

14 Introducción

La importancia del uso y aprovechamiento del nopal en México es superior a la de cualquier país, el nopal ha representado, para los mexicanos, en su desarrollo histórico, una de las plantas más relevantes y de mayor significado cultural, ambiental, económico y social.

Tradicionalmente ha sido de los alimentos de mayor consumo del pueblo mexicano, tanto que, en los últimos años se ha incrementado su demanda, principalmente en las áreas urbanas, sobre todo porque se le han atribuido diferentes beneficios a su consumo, como lo es, el efecto hipoglucemiante y laxante.

México es el centro de diversidad de *Opuntia*, donde sus usos son diversos, como fruta, hortaliza o forraje, cercos para casa, jardín y parcelas agrícolas, protección del suelo, planta medicinal, materia prima para la industria de cosméticos y a nivel experimental se ha obtenido fructuosa, pectina Y colorante. Hoy en día se les puede encontrar en todos los continentes, en una gran variedad de condiciones agroclimáticas, en forma silvestre o cultivada (Bravo, 1978).

Entre las transformaciones que puede tener el nopal, está la elaboración de productos como shampoo, crema, jabón, entre otros, cuya demanda ha aumentado considerablemente gracias al incremento de los patrones naturistas de consumo (López-Ruiz, 2011).

Los nopalitos (cladodios) contribuyen con una alta proporción de agua (90%) y son altamente cotizados por su contenido de fibra, comparable al de varias frutas y hortalizas (Zambrano et al. 1998; Ruales y Zumba, 1998). Los carbohidratos que se encuentran en este tipo de vegetales son monosacáridos, disacáridos y polisacáridos. Los néctares son sustancias que exudan los órganos especializados de las cactáceas y constituyen una mezcla de sacáridos que, probablemente, en ocasiones contengan también ligeras cantidades de aceites esenciales, sobre todo los que produce la flor. Su función es participar en la polinización. Así mismo, la composición de azúcares en *Opuntia* es de gran interés debido a la utilidad comercial de la goma de cholla y otros mucilagos (Granados-Sánchez y Castañeda-Pérez, 2000).

El nopal excreta una sustancia viscosa llamada mucilago o baba de nopal, uno de los componentes más importantes, el cual también forma parte de la fibra dietética, ha sido objeto de estudio desde hace varias décadas y su composición química (Ornelas-Núñez, 2011).

Este compuesto se presenta tanto en los cladodios como en la piel y pulpa de la fruta, aunque en muy diversas proporciones. Estudios efectuados por Sáenz y Sepúlveda, (1993) indican que el rendimiento en todos los casos es bajo: 0.5 % en la cáscara y 1.2 % en los cladodios. El mucílago es un carbohidrato complejo. Entre los monómeros contenidos en la cadena se encuentran: Larabinosa, D-galactosa, L-ramnosa, D-Xilosa y ácido galacturónico.

La proporción de estos monómeros en la molécula varía de acuerdo a diversos factores como: variedad, edad, condiciones ambientales y estructura empleada para la extracción (fruto, cáscara, cladodio), entre otros factores.

Cualquier tipo de material utilizado para envoltimiento, es decir, capa o envoltura en un alimento, para prolongar su vida útil y que se puede comer junto con el alimento, se considera una película o recubrimiento comestible. Las películas comestibles pueden fortalecer las capas naturales de los alimentos, para evitar pérdidas de humedad, mientras que permiten el intercambio controlado de gases de efecto importante, como el oxígeno, dióxido de carbono y etileno, involucrados en los procesos de la respiración y evitan la pérdida de otros componentes importantes. Las películas comestibles se utilizan para una gran variedad de propósitos y en una amplia gama de sistemas alimentarios, desde alimentos frescos o mínimamente procesados, hasta productos procesados, como son: dulces, lácteos o cárnicos (Embuscado y Huber, 2009).

Este tipo de películas son producidas exclusivamente de ingredientes comestibles y renovables, por lo tanto, se degradan con mayor rapidez que los materiales sintéticos. Pueden ser producidas a partir de diversos materiales con habilidad para la formación de láminas (Bourtoom, 2008). Se producen de biopolímeros comestibles y aditivos grado alimentario (Jung y Gennadios, 2005).

Los componentes principales de los alimentos que se consumen a diario (hidratos de carbono, proteínas y lípidos), cumplen con los requerimientos necesarios para la elaboración de películas. Estos materiales pueden ser utilizados individualmente o como mezclas con otros compuestos, siempre y cuando, el sabor de los alimentos no se vea afectado. La estructura química de estos compuestos difiere grandemente entre ellos, y como consecuencia, las características que cada uno proporcionan a las películas también cambian (Embuscado y Huber, 2009).

Por ello en el presente trabajo se pretende utilizar algunos biopolímeros que en combinación con el mucilago de nopal resulten en películas biodegradables con mejores propiedades tanto de permeabilidad y mecánicas como de solubilidad.

14.1 Materiales y métodos

Extracción del mucilago:

El nopal utilizado fue obtenido de diferentes municipios del Estado de Hidalgo (Apan, Acaxochitlan y Tepeapulco), se eligieron noples de edad de 1 a 3 años, con el fin de determinar si existen diferencias entre las edades del nopal y el tipo de sembradío. Los cladodios se limpiaron quitando las espinas y selavaron perfectamente a fin de eliminar tierra y partículas contaminantes. Para el proceso de extracción se siguieron las metodologías propuestas por Rodríguez-González et al. (2010); Martínez-Flores, (2011) y Abraján, (2008), con ligeras modificaciones; en las cuales se propone una molienda del nopal (relación 1:4 nopal:agua) seguida por una cocción (90°C durante 1 h) y precipitación con etanol (relación 1:3 y 1:4 extracto: etanol) para posteriormente secar (60 °C por 24 h) y obtener un polvo. Las variables a controlar en este proceso fueron la edad del nopal y la relación extracto-alcohol utilizada. Una vez obtenido el polvo se realizó la detemrinación de cenizas de acuerdo a lo que establece la norma NMX-F-066-S-1978. Determinación de cenizas en alimentos. Normas mexicanas. Dirección general de normas.

Elaboración de la película comestible:

Para preparar la solución filmogénica se realizó una mezcla en agua destilada de mucilago de nopal en polvo, utilizando glicerol como plastificante y biopolímeros en diferentes concentraciones como se muestra en la tabla 1. La película se realizó por el método de casting o vaciado en placa y se secó a 60°C por 12 h, posteriormente se realizó el desmoldado y la película formada se acondiciona en un desecador manteniendo una humedad relativa de 50-55 % a temperatura ambiente durante 48 horas.

Tabla 14 Tratamientos probados para la elaboración de la película biodegradable a base de mucilago de nopal, caseinato de sodio y pectina, utilizando glicerol como plastificante.

Reactivo	F1	F2
Mucilago de nopal (%)	1	1
Caseinato de sodio (%)	4	---
Pectina (%)	---	2
Glicerol (% p/v)	30	20

Prueba de solubilidad:

Las películas una vez acondicionadas, se cortaron en cuadros de 4 cm² los cuales se pesaron y se colocaron en tubos de centrifuga con 30 mL de agua destilada, se agitron durante una hora y posteriormente se filtraron, el papel filtro se secó a 100°C por 2 horas y se pesó. Para determinar el porcentaje de solubilidad se aplicó la siguiente fórmula:

$$\text{Solubilidad (\%)} = \left(\frac{\text{Peso inicial seco} - \text{Peso final seco}}{\text{Peso inicial seco}} \right) \times 100 \quad (14)$$

Analisis estadístico:

Cada tratamiento fue realizado por triplicado y los datos fueron analizados con un diseño factorial y una comparación de medias por Tukey con una $\alpha = 0.05$, utilizando un paquete estadístico Sigma Plot 12.0.

14.2 Resultados y discusión

Extracción de mucilago:

Se obtuvo mucilago en polvo totalmente homogéneo de color blanco con ligera tonalidad verde, el mayor rendimiento de extracción obtuvo fue de 0.84%, en la tabla 2 se muestra el rendimiento en los diferentes tratamientos probados, donde podemos observar que de las variables estudiadas (edad del cladodio y relación agua-etanol) solo la edad y la interacción entre las dos variables tienen una influencia significativa sobre el rendimiento de extracción, observando que los cladodios de un año y utilizando una relación de 1:3 sería el mejor tratamiento. Los resultados obtenidos concuerdan con lo reportado por Sepulveda et al (2007), que estudio diferentes variables en las que destacan la relación extracto: etanol para la precipitación, dicho autor reporta que la mejor relación es 1:4 respectivamente, sin embargo el rendimiento obtuvo en el presente trabajo, se encuentra por debajo de lo reportado por este autor (1.2%), esto puede ser debido a que durante el proceso de extracción se deben cuidar variables como la edad, la relación extracto-etanol, la temperatura de cocción, el tiempo de extracción, la variedad del nopal e incluso las condiciones climáticas, ya que el mucilago juega un papel de almacenaje de agua y de protección del daño a las altas temperaturas. Por lo que podría deducirse que la mayor cantidad de mucilago en el nopal podría ser en temporadas de sequía, donde la planta requiere mayor protección a las condiciones climáticas extremas (Ornelas-Núñez, 2011). Por otro lado, los resultados obtenidos están por arriba de lo reportado por Abrajam, (2008) quien reporta rendimientos de 0.66 – 0.85 %.

Tabla 14.1 Rendimiento de extracción de mucilago de nopal utilizando diferentes cantidades de alcohol y diferentes edades de cladodio.

Extracción	Edad años	Relación mucilago/etanol	Rendimiento (%)
1	1	1:4	0.75 ± 0.010 ^e
2	1	1:3	0.84 ± 0.004 ^f
3	2	1:4	0.20 ± 0.020 ^a
4	2	1:3	0.30 ± 0.076 ^b
5	<1	1:4	0.40 ± 0.003 ^d
6	<1	1.3	0.30 ± 0.007 ^b

^{abcdef}: Letras diferentes en columnas indican valores significativamente diferentes (Diseño factorial seguido por una comparación de medias por Tukey; $p < 0.05$)

Para la caracterización se realizó la determinación de cenizas, (solo para aquel tratamiento en el que se obtuvo mayor rendimiento), reflejando que el mucilago tiene 22.46% de cenizas, estos resultados concuerdan con lo obtenido por Abrajam, (2008) quien reporta valores desde 20-25.9 % de cenizas y son mayores en comparación con lo que reporta Ornelas-Núñez, (2011), quien obtuvo un valor de 11.91%.

Elaboración de la película comestible y determinación de solubilidad:

Se ha logrado obtener una película con propiedades físicas adecuadas para su manejo y aplicación en alimentos, sin embargo queda pendiente la caracterización de propiedades de permeabilidad y mecánicas. Las películas obtenidas son totalmente transparentes, incoloras, inodoras e insípidas. Los resultados de solubilidad se muestran en la tabla 3, donde podemos observar que las películas de caseinato de sodio-mucilago son mas solubles que las de pectina-mucilago, sin embargo los resultados indican que el mucilago de nopal disminuye la tasa de solubilidad en agua de las películas, pues en ambos casos las películas con mucilago de nopal tuvieron valores menores en comparación con las películas que no tenían mucilago. Una baja tasa de disolución indica que existe una mayor cohesión en la matriz polimérica, debida sobre todo a la formación de numerosos enlaces de hidrógeno entre las cadenas de los polímeros involucrados (Nazan y Sahbaz, 2004).

Tabla 14.2 Valores promedio de solubilidad de películas elaboradas con caseinato de sodio, caseinato de sodio –mucilago, pectina y pectina-mucilago de nopal, utilizando glicerol como plastificante

Película	Solubilidad (%)
CasNa	91.56 ±2.26a
CasNa/mucilago	57.48 ±7.62b
Pectina	44.60 ±2.10c
Pectina/mucilago	43.34 ±0.70c

CasNa: Caseinato de Sodio. Letras diferentes (a,b,c) en las columnas indican valores significativamente diferentes (ANOVA, seguida de comparación de medias, prueba de Tukey; $p < 0.05$).

La solubilidad en agua es una propiedad importante para las películas comestibles, pues de este valor dependerá su aplicación ya que en la mayoría de los casos se requiere que la película sea totalmente insoluble para mantener la integridad del producto, sin embargo en algunos casos una mayor solubilidad en agua es requerida o puede ser benéfica, sobre todo para que la degradación de esta sea mas rápida.

14.2 Conclusiones

La extracción de mucilago de nopal es un proceso donde deben controlarse diversas variables, entre las que se destacan la edad del cladodio y la relación extracto:etanol, encontrando que un cladodio de 1 año y una relación de extracto:etanol de 1:4 permiten elevar el rendimiento, así mismo, se logró combinar el mucilago de nopal con pectina y caseinato de sodio para elaborar películas comestibles con mejores características físicas, disminuyendo la tasa de solubilidad de dichas películas, lo cual las hace mas aptas para ser aplicadas en los alimentos.

14.3 Referencias

Abraján-Villaseñor, M. A. (2008). Efecto del método de extracción en las características químicas y físicas del mucilago de nopal (*Opuntia ficus-indica*) y estudio de su aplicación como recubrimiento comestible. *Tesis doctoral no publicada*. Universidad Politécnica de Valencia. Departamento de Tecnología de alimentos. Valencia, España.

Bourtoom T (2008) Edible films and coatings: characteristics and properties. *International Food Research Journal*. 15:237-248.

Embuscado, M.E. & Huber, K.C. (2009) Edible films and coatings for food applications. Springer, New York, pp 2-10.

Granados Sánchez, D. & Castañeda Pérez, A.D. (2000). *El Nopal. Historia, Fisiología, Genética e Importancia Frutícola*. Editorial Trillas. México.

Jung HH, Gennadios A (2005) Edible films and coatings a review. En: Jung HH (ed) *Inovations in food packaging*, Elsevier Ltd, pp 239-262.

López-Ruiz S. (2011). El nopal: propiedades y paquete tecnológico para su producción. Memoria de capacitación. *Fundación produce Sinaloa, AC*. Sinaloa, México.

Martínez-Flores, H. E. (2011). Mejoramiento del método de extracción del mucilago de nopal *Opuntia ficus indica* y evaluación de sus propiedades de viscosidad. *Tesis de licenciatura no publicada*. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán.

Nazan, K.T., Sahbaz, F. (2004) Water vapor permeability, tensile properties and solubility of methylcellulose-based edible films. *Journal of Food Engineering*, 61:459-466.

Ornelas-Núñez, H. (2011). Mejoramiento del método de extracción del mucilago de nopal *Opuntia ficus indica* y evaluación de sus propiedades de viscosidad. *Tesis de licenciatura no publicada*. Universidad michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia Michoacan.

Rodríguez-González, S, Martínez-Flores, H. E., Loaiza-Anaya, S. G., Ornelas-Núñez, J. L. (2010). Aplicación del mucilago de nopal (*Ficusl Indica*) como espesante en una crema de huitlacoche (*UstilagoMaydis*) en la producción de un alimento funcional, y su evaluación sensorial. *XII Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos*. Guanajuato, Guanajuato. 442-448.

Rúales, J. & Zumba, J. (1998). Cuantificación y caracterización de fibra dietética en frutas y hortalizas ecuatorianas. En: M. Lajolo y E. Wenzel de Menezes, eds. Temas en Tecnología de Alimentos. Fibra Dietética. *F. CYTED. Dirección de Publicaciones y Materiales Educativos*, Instituto Politécnico Nacional. México.

Sáenz, C. y Sepúlveda, E. 1993. Alternativas d industrialización de la tuna (*Opuntia ficus-indica*). *Alimentos*, 18: 29-32.

Sepúlveda, E., Sáenz C., Aliaga, E., Aceituno C. (2007). Extraction and Characterization of mucilage in *Opuntia spp.* *Journal of Arid Environments*, 68:534-545.

Zambrano, M. L., Hernández, A. D. & Gallardo, Y. (1998). Características fisicoquímicas del nopal. *En*. M. Lajolo y E. Wenzel de Menezes, eds. *Temas en Tecnología de Alimentos*. Fibra Dietética. F. *CYTED*. Dirección de Publicaciones y Materiales Educativos, Instituto Politécnico Nacional, México.

Evaluación de la adaptación aceptable en las regiones tropicales, de 5 variedades del sorgo dulce sorghum bicolor l.moench, y su calidad química para la producción de biocombustible etanol, como alternativa energética

María Arriaga, Alberto Betancourt, José Padilla, Eduardo Rodríguez y José Sánchez

M. Arriaga, A. Betancourt, J. Padilla, E. Rodríguez y J. Sánchez.
Universidad de Guadalajara,
Departamento de Producción Agrícola, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Av Enrique Díaz de León Sur, Americana, Guadalajara, Jalisco.
Universidad Autónoma de Nayarit, Ciudad de la Cultura Amado Nervo S/N, Los Frenos, 63155 Tepic, NAY.
marriaga@cucba.udg.mx

M. Ramos., V. Aguilera., (eds.) Ciencias Agropecuarias, Handbook -©ECORFAN- Valle de Santiago, Guanajuato, 2014.

Abstract

Sorghum is a crop that can be used for both human consumption and fodder for their great adaptability and versatility to cultivate, in addition the production of non-conventional energy, fossil know nasbiofuel. Sorghum it is a crop with high photosynthetic efficiency, high productivity, wide adaptability to different climates, rapid development, high sugar accumulation and biomass production. Sorghum sweet containing most lysucose(70-80%) ,that fructose and glucose, similar to sugar cane. This sugar can be fermented to produce ethanol or biofuel, used a sanad dative for internal combustion engines or to supplement and combine the use of fossil fuel, gasoline. The aim to use five varieties of sweet sorghum to produce ethanol and one for agevariety sorghum used as a control to determine: adaptation, growthcycle, degrees Brix(GB) and content of reducing sugars(AR). The genetic sorghum to temperate origin Theis, Topper, Dale, M81E have an acceptable adaptation in tropical regions, sorghum F-500 can be used in breeding programs to transfer genes to adapt to varieties of temperate origin sorghum and varietie sof grain sorghum. The five are suitable for bioethanol production.

15 Introducción

Es de vital importancia por la escasez de energía y el riesgo de contaminación del suelo y atmósfera, por empleo de productos fósiles no renovables, el buscar fuentes alternas de origen vegetal renovables, limpias y sin utilizar cultivos alimenticios. En nuestro trabajo proponemos no utilizar cultivos alimenticios como el maíz en la producción de bioenergía, sobre todo porque existen fuentes de cultivos alternos tan buenos o mejores que el maíz, sugerimos sembrar sorgo en áreas no empleadas en producción de maíz, porque éste es un cereal básico de alta prioridad en la alimentación mexicana.

El sorgo dulce posee las características deseables que tienen los cultivos alternos, del cual proponemos utilizar solo su tallo para producir el biocombustible etanol y su grano destinarlo a la alimentación, de esta forma no se afectaría la canasta básica alimenticia de los países latinoamericanos. El descubrimiento prehistórico del etanol probablemente se llevo a cabo cuando se consumía fruta descompuesta y se observó que causaba intoxicación.

Este descubrimiento condujo presumiblemente a la fermentación intencional del jugo de frutas. El etanol se puede producir por la fermentación de los azúcares y almidones de muy diversas fuentes. Los granos como el maíz, trigo cebada y centeno se emplean mucho para obtenerlo, lo que le da el nombre de alcohol de grano.

Al igual que el metanol, el etanol es un combustible excelente para motores con una clasificación de octano arriba de 100. Se debe de ajustar el carburador del automóvil si ha de funcionar con etanol puro, pero las mezclas con aproximadamente 10% de etanol en la gasolina (“gasohol”) trabajan bien sin necesidad de ajuste alguno, como sucede en la actualidad en los países que emplean el etanol como oxígeno de la gasolina.

El etanol derivado del sorgo dulce contribuiría a reducir la contaminación, se generarían una gran cantidad de empleos similar a la de la industria petrolera y se obtendrían otros productos secundarios útiles como valor agregado.

El etanol es seguro, renovable y de alto octanaje, sus componentes se asimilan sin daños a la atmósfera y no contamina el agua. El sorgo dulce *Sorghumbicolor* L.Moench, el cual contiene el 15% de azúcar en su jugo contra el 7% del sorgo normal, es ideal para obtener etanol, a diferencia de la caña, se adapta al trópico y zonas templadas.

Objetivos de este trabajo

Objetivo General

Evaluar la adaptación aceptable en las regiones tropicales de 5 variedades del sorgo dulce *Sorghumbicolor* L.Moench, y su calidad química para la producción del biocombustible etanol, como alternativa energética.

Objetivos específicos

Determinar la adaptación de cinco variedades de sorgo dulce mediante la medición de las variables agronómicas, grados Brix y azúcares reductores del jugo del tallo como indicadores del potencial de estos materiales genéticos para producir el biocombustible etanol.

Llevar a cabo un análisis de correlación entre el contenido de grados Brix de esas variedades y su contenido con los azúcares reductores presentes en el jugo del tallo.

Desarrollar una ecuación de regresión para predecir el contenido de azúcares reductores mediante los grados Brix tanto a nivel general como a nivel individual o por variedad.

Estimar la proporción de glucosa con relación a otros azúcares presentes en el tallo en cada una de las 5 variedades.

15.1 Materiales y métodos

La presente investigación se llevó a cabo en el ciclo otoño-invierno 2012 y primavera-verano 2013. Se utilizaron cuatro variedades de sorgo dulce aptas para producir etanol y una variedad de sorgo forrajera utilizada como testigo para determinar su adaptación, ciclo vegetativo, grados Brix (°Brix) y contenido de azúcares reductores (AR), se midieron otras variables agronómicas que pudieran correlacionarse con las principales variables medidas.

Tabla 15 Material genético

Variedad	Origen
Theis	Universidad de Mississippi Kansas State University
Topper (Topper-76-6)	Universidad de Mississippi Kansas State University
M81E	Universidad de Mississippi Kansas State University
Dale	Universidad de Mississippi Kansas State University
F-500 (testigo)	Instituto de Ciencia y Tecnología de Semillas (INCITES) Universidad de Guadalajara

Área de la parcela y densidad de población.

El área de la parcela estuvo conformada con surcos de 10m de longitud, separados a 80cm y 5 surcos por repetición, la densidad de población para todas las variedades fue de aproximadamente 312000 plantas por hectárea.

Manejo de campo o labores culturales.

Se realizaron todas las labores agronómicas, dosescardas, control de malezas manual y riegos espaciados cada 25 días de siembra a cosecha sólo en la estación de otoño invierno, para el ciclo primavera verano fue de temporal o secano.

Variabes agronómicas (datos no presentados). Se tomaron ocho variables de interés agronómico como altura apunta de la panoja (cm), altura base de la panoja (cm), el número de entrenudos de cada planta muestreada, número de hojas, altura hoja bandera (cm), días a floración (df) y la longitud de panoja(cm).

Datos para obtener en el laboratorio.1.- Grados Brix ($^{\circ}$ BrixoGB); 2.- Azúcares reductores (AR); 3.- Identificación de azúcares.

Métodos de muestreo para grados Brix. Se muestreó a madurez fisiológica (cuando el grano mostró un punto negro en el punto de inserción de la panícula) que de acuerdo a varios autores es donde el sorgo acumula la mayor cantidad de azucars. Las 5 plantas de cada parcela se obtuvieron al azar para medir el contenido de grados Brix, se utilizaron las 5 plantas de la muestra para contar con suficiente jugo en las determinaciones de laboratorio. El jugo se extrajo con un prensador manual “tipo casero” que se utiliza en la caña, este prensador manual se modifico manualmente para poder prensar con mas eficacia los tallos de sorgo que son de menor diámetro que la caña. Los grados Brix se midieron con un refractómetro manual de azucars. Azucars reductores. Los azucars reductores se midieron de acuerdo a la metodología propuesta por Laney Enyon empleando la solución de Fehling.

Reactivos y materiales

Materiales y aparatos. Bureta de 50ml graduada en 0.1ml, cápsula de níquel de capacidad adecuada, fuente de calor con regulador de temperatura, matraces aforados de 100ml, 200ml y 1000ml, matríz Erlenmeyer de 300ml, pipetas volumétricas de 5ml y 10ml, papel filtro para azúcar, papel filtro ayuda, termómetro con escala de 0°C a 100°C, y materiales comunes de laboratorio.

Aparatos: agitador eléctrico, balanza analítica con exactitud de +/-0.1mg.

Expresión de resultados

El cálculo se hizo con la siguiente formula: $r = \frac{K \times 80 \times 10000}{V \times m}$.r= porcentaje de reductores totales en la muestra; k=gramos de reductores necesarios resultantes de la titulación de la solución de Fehling; V= centímetros cúbicos de solución de reductores totales gastados en la titulación; m=gramos de muestra empleados.

Repetibilidad

La diferencia entre los volúmenes de solución de reductores totales gastados en dos titulaciones, realizadas una inmediatamente después de la otra, con el mismo analista, con la misma muestra y con los mismos aparatos no debe diferir de 0.1ml. El resultado es el promedio aritmético de las mismas.

Medición de azúcares

La medición del contenido de los azúcares: (glucosa, arabinosa, galactosa, xilosa y manosa) y el total de esos azúcares por cromatografía de alta resolución y/o espectrofotometría empleando los métodos peaknet/gluman con un detector. ED40.1AMP

Análisis Estadístico

Se llevaron a cabo los siguientes análisis estadísticos: (a)Análisis de varianza, (b)Prueba de medias de Tukey, (c)Análisis de correlación simple y (d)Análisis de regresión con el paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System).

15.2 Resultados

En el cuadro 1, puede observarse que todas las variables mostraron diferencias estadísticas significativas con valores aceptables de coeficiente de variación y valores de R² que mostraron un buen ajuste de los datos del experimento, las diferencias estadísticas observadas sugieren que las variedades probadas poseen germoplasma diferente en su patrimonio genético, lo que permitiría establecer calendarios de siembra de acuerdo a los caracteres que posean.

Tabla 15.1 Análisis de varianza contenido de grados Brix, azúcares reductores y variables agronómicas del experimento de sorgo dulce.

Variable	Cuadrado medio	CV	R ²	Prob >F*
Grados Brix	7.4420	11.350	0.5226	0.0435
Azúcares reductores	1.3970	4.981	0.9848	0.0001
Altura punta de la panoja	0.1385	5.909	0.8043	0.0001
Altura base de la panoja	0.0807	7.939	0.7065	0.0040
Altura hoja bandera	0.9040	8.634	0.7638	0.0015
Numero de hojas	2.1456	7.513	0.7840	0.0006

*Cuando la Prob>F=ó<0.05 existen diferencias estadísticas significativas

Grados Brix en las diferentes variedades

La literatura menciona que los grados Brix del jugo del tallo dulce de sorgo es bajo antes del estadio de emergencia de la panoja, después de eso con el grano en formación, los grados Brix se incrementan en forma sostenida hasta el máximo en estadio de la cosecha, por tanto el sorgo dulce debe cosecharse cuando el grano está maduro, y se pueden obtener tanto un alto contenido de azúcar como alto rendimiento de grano.

Existen antecedentes también que los entrenados del 4 al 6 tomados desde la punta contienen mayor cantidad de grados Brix que el resto, en la presente investigación la planta total representó el promedio de grados Brix de todos los entrenados como lo sugieren estudios previos.

Comparación de grados Brix en las diferentes variedades

El análisis de varianza muestra que la diferencia fue significativa entre los grados Brix de diferentes variedades, la prueba de medias de Tukey indicó que las variedades Dale, F500, M81-E, y Topper fueron estadísticamente iguales, y diferentes a la Theis, ver en el cuadro.

Tabla 15.2 Prueba de medias de Tukey para grados Brix y azúcares reductores en las variedades de sorgo dulce y relación grados Brix azúcares reductores

Variedad	Promedio grados Brix	Promedio azúcares reductores	Relación Brix/azúcares reductores	grados	Agrupamiento Prueba de Tukey 0.05 Grados Brix Azúcares reductores
Dale	15.400	2.400	6.410		A A
F500(T)	14.000	1.114	12.567		A C
M81E	13.220	1.226	10.780		A C
Topper	12.840	1.406	9.132		A B
Theis	12.240	1.220	10.03		B C

Comparación de azúcares reductores y relación grados Brix/azúcares reductores

Con respecto a los azúcares reductores se formaron tres grupos estadísticos, sobresaliendo la variedad Dale, y enseguida la de Topper-76-6, el resto de las variedades fueron estadísticamente iguales para esta variable. Un aspecto interesante relacionado con el contenido de azúcares invertidos y su relación con grados Brix, se muestra en el cuadro; estudios recientes señalan que una variedad de sorgo dulce que puede ser procesada con éxito, debe demostrar una relación de grados Brix/azúcares reductores con un valor cuando menos de 9 y un valor de grados Brix de 12 a 15, todas las variedades evaluadas incluyendo al testigo con excepción de Dale mostraron valores superiores a 9 que las ubica como buenas opciones para emplearse como fuentes de etanol, la variedad Dale mostró la mayor cantidad de azúcares (grados Brix), pero su relación grados Brix/azúcares fue baja.

Correlación entre grados Brix y contenido de azúcares reductores

El contenido de azúcares comúnmente expresada con grados Brix del jugo, se ha encontrado que existe una relación entre este valor y contenido de azúcar, (11) para el caso del presente estudio los valores de correlación lineal encontrados fueron positivos y estadísticamente significativos como se muestra en el cuadro, esto puede proporcionar una base teórica para el mejoramiento genético del sorgo dulce y estudios de fermentación posteriores.

Tabla 15.3 Valores del coeficiente de correlación de Pearson entre grados Brix con azúcares reductores y otros caracteres agronómicos

	Azúcares Reductores	AHB	ABP	
GradosBrix	0.55536	0.46718	0.35227	valordelcoeficiente ²
GradosBrix	0.00400	0.01350	0.0842	niveldeprobabilidad

Puede observarse una correlación positiva y significativa entre los grados Brix, los azúcares reductores y las variables altura hoja bandera y altura a la base de la panoja, esto puede explicarse en el sentido que la hoja bandera es responsable del 20% de la fotosíntesis en el sorgo lo que permite acumular azúcares y fotosintatos a través de este proceso, lo anterior se confirma al observar la relación entre la altura hoja bandera y base de la panoja que variaron en forma proporcional y positiva con los valores siguientes: AHB contra ABP, 0.8960.0001 del coeficiente de correlación y nivel de probabilidades respectivamente.

Correlación lineal entre azúcares reductores y grados Brix

Por mucho tiempo se ha especulado sobre la relación entre grados Brix y azúcares totales en el sorgo dulce, así como entre grados Brix y azúcares reductores. La medición de azúcares reductores como totales son muy inconvenientes en la práctica, así es más deseable medir los grados Brix con un refractómetro del tipo WYT1 manual y convertirlos a azúcares reductores. El análisis de correlación lineal entre grados Brix y azúcares reductores mostró que existió una correlación lineal significativa como se mostró en el cuadro. La ecuación general de regresión tomando en cuenta las cinco variedades se calculó y obtuvo como sigue: $Y = -0.5427 + 0.1488R^2 = 30.84$. Faltaría probar la frecuencia de diferencias menores de 2-5% entre los azúcares reductores calculados y los medidos sobre un valor cercano al 80% lo cual sería muy aceptable. Las ecuaciones para cada variedad individual se calcularon y obtuvieron como sigue:

Tabla 15.4 Ecuaciones de predicción del contenido de azúcares reductores con base en las lecturas de grados Brix

Variedad	Ecuación	R ²
Theis	$Y = 1.2733 - 0.00436x$	0.3043
Topper	$Y = 1.6484 - 0.0188x$	0.2546
Dale	$Y = 1.8912 + 0.033x$	0.9701
M81E	$Y = 0.836 + 0.0294x$	0.4357
F500(testigo)	$Y = 0.3763 + 0.0527x$	0.9336

Basado en estas ecuaciones se puede predecir el contenido de azúcares reductores al medir los grados Brix fácilmente. Con el fin de utilizar las ecuaciones en forma más conveniente el contenido de azúcares reductores sería la variable dependiente (y) y los grados Brix (x) la independiente. Esto se podría utilizar en otras variedades de sorgo dulce además de las evaluadas. Algunos autores han encontrado mayor correlación entre el contenido de azúcares totales vs grados Brix que la encontrada en este trabajo con azúcares reductores, dado que las R² mostraron valores arriba de 90, en este estudio las ecuaciones que mostraron mejor nivel de ajuste al modelo fueron: variedad Daley el testigo, incidentalmente la primera mostró mayor cantidad de azúcares reductores que el resto del material probado, pero una relación Brix/azúcares reductores menor de 9.

Contenido de algunos azúcares principales

Existe una gran cantidad de azúcares en el tallo de sorgo, sin embargo cuantas clases de azúcares existen en el jugo aun permanece como incógnita, y los azúcares totales son mas que la simple suma de la glucosa, fructosa y sucrosa. Algunos reportes mencionan a la xilosa, ribosa, arabinosa, fructosa, galactosa, y manosa.

En el equipo utilizado en la presente investigación se encontraron: Rhamnosa, arabinosa, galactosa, Glucosa, y Xilosa, el azúcar que mostró mayor frecuencia en las muestras analizadas fue la glucosa, y la menor la manosa, la importancia de estos análisis de azúcares presentes en el jugo estriba en que algunos tienen propiedades inhibitorias en las bacterias responsables de la fermentación, lo que haría el proceso de obtención de alcohol mas limitado, este seria un criterio de selección de variedades de sorgo aptas para producir el etanol, y seria tema de estudios posteriores.

Tabla 15.5 Contenido en ppm algunos azúcares presentes en el jugo de las 5 variedades

Variedad	Rhamanosa	Arabinosa	Galactosa	Glucosa	Xilosa	Manosa
M81-E	1.720	5.63	3.57	96.65	12.52	4.000
Theis	1.717	5.86	4.72	109.37	18.97	0.000
Dale	1.106	2.53	3.96	65.39	8.52	0.000
Topper	4.009	4.49	7.43	94.64	12.70	0.000
F500(T)	0.000	8.05	9.10	110.38	16.16	0.000

Como se puede observar en el cuadro, la glucosa es el azúcar en mayor cantidad encontrada en las cinco variedades probadas y la manosa es casi inexistente, en orden decreciente los azúcares predominantes son: glucosa (que es fermentable) xilosa, galactosa casi en igual proporción, rhamanosa y finalmente manosa.

Glucosa.

La glucosa es una dextrosa que esta presente en todos los órganos de la planta y sus tejidos. La glucosa tiene dos cristales uno es alfa-glucosa separada del alcohol o solución de agua a temperatura ambiente con un punto de fusión de 146°C, la otra es la beta-glucosa que se separa de una solución caliente de piridina de 148–150°C. La glucosa es el material primario de la fotosíntesis de la planta. Para las especies C4 como el sorgo, a demás del ciclo de Calvin de la formación de la glucosa hay también un sendero de cuatro-carbonos para la fijación del CO₂ en las células del mesófilo, por tanto hay un gran potencial para la asimilación del CO₂. El sorgo dulce es un cultivo C4, con un punto de compensación de CO₂ más bajo, alto punto de saturación de luz y baja foto respiración, en los trópicos y zonas templadas, por lo mismo posee una alta productividad biológica, crece en muy poco tiempo como se observó en el desarrollo del presente trabajo. La glucosa es un sustrato de la respiración y también un componente de la sucrosa, almidón y celulosa. Como un azúcar reductor, la glucosa puede fermentarse utilizando *Sacharomyces* en la fermentación, véase esquema de obtención de alcohol en cuadro. Se producen un aldehído acético y CO₂ a través de la descarboxilación del ácido pirúvico formado de la dehidrogenación de la glucosa, entonces el aldehído acético se deshidrogena y se produce el alcohol, el proceso completo es bajo condiciones anaeróbicas y condiciones enzimáticas lo que es conocido como producción de alcohol a través de la fermentación.

El cuadro, muestra los promedios de días a floración, siendo el más precoz la variedad Topper 76-6 y el más tardío el Dale, el testigo F-500 con 58 días, la figura muestra lo compacto de la variación dentro de cada tratamiento en evaluación. En la altura de planta los promedios fueron para la más alta Dale con 217.7cm y Theis con 174.9cm, el material testigo F-500 presentó una altura de 193.6cm considerada adecuada, dado que es una variedad forrajera.

La variable número de hojas el promedio para M81E con 7.44 hojas por planta y el promedio bajo lo presentó Topper76-6 con 6.84. La variable grados Brix el promedio más alto fue para el tratamiento Dale con 19.88, el promedio bajo el tratamiento M81E con 16.28, el testigo forrajero presentó 16.60 de °Brix, la figura muestra la variación dentro de cada tratamiento para los grados Brix.

Tabla15.6 Promedios del material genético sembrado en La Huerta, Jalisco, México

Características	M81 E	Theis	Dale	Topper7 6-6	F-500
Díasal50%deantesis(d)	64	60.8	71.6+	56.2*	58
Alturadeplanta(cm)	198.3	174.9 *	217.7 +	197.2	193.6
Númerodehojas	7.44+	6.88	7.04	6.84*	7.24
Númerodegranosporpanoja	1783	1066 *	2675 +	1384	1707
Pesode1000granos(g)	19.02 *	23.46	21.18	22.74	40.36 +
Contenidodeazúcarenel5to.nudodetalloenmadurez fisiológica (°Brix)	16.28 *	17.44	19.88	17.88	16.60 +

+ = valor alto; * = valor bajo

Discusión

Las variedades de sorgo dulce mostraron excelente adaptación a las condiciones climática, con diferencias estadísticas significativas para grados Brix, azúcares reductores, altura de planta, altura de hoja bandera y número de hojas.

Se encontraron correlaciones estadísticas significativas importantes entre azúcares reductores y valores agronómicos como altura de la hoja bandera y altura a la base de la panoja, donde se concentra el 20% de la fotosíntesis de la planta de sorgo. Los grados Brix se midieron a la madurez comercial donde se acumula la mayor cantidad de azúcares en el tallo, se puede aprovechar así el tallo para etanol y el grano para alimento o etanol. El análisis de varianza y la prueba de medias mostraron diferencias estadísticas significativas para esta variable. Se encontró una correlación estadísticamente significativa entre grados Brix, azúcares reductores, por tanto una ecuación general de regresión y otras ecuaciones individuales por variedad pueden estimar el contenido de azúcares reductores con base en las lecturas de grados Brix en el campo.

El total del contenido de azúcares fue muy alto en el jugo del tallo, pero no todos son fermentables, la fermentable glucosa fue dominante sobre el resto de los azúcares identificados en el análisis de laboratorio.

Las cuatro variedades de sorgo dulce y la variedad de sorgo forrajera utilizada como testigo son aptas para obtener bioetanol debido a su elevado contenido en grados Brix del 12–15; en azúcares reductores 1.114–2.400; y su alta concentración de glucosa. La remolacha y la caña azucarera se siembran en grandes áreas de Europa, en México es prácticamente desconocida pero con un buen potencial como fuente de energía renovable.

Sin embargo al compararlo con estos dos cultivos el sorgo posee amplias ventajas: puede sembrarse en prácticamente todas las áreas templadas y tropicales, la caña solo prospera en los trópicos, requiere un ciclo más corto para producir (un ciclo de caña por tres o cuatro de sorgo), requiere menos agua y fertilizante que la caña, tolera las enfermedades y plagas y su cosecha es más limpia porque no se necesita la quema de las hojas para cosecharse, además de lo anterior produce grano alimenticio, jarabe, azúcar, forraje para el ganado, material de construcción, acondicionadores del suelo y biofertilizantes, biogás y papel de la pulpa lo que evitaría la tala de bosques, por lo anterior es un cultivo único en el mundo del que se puede obtener un biocombustible bioenergético renovable y altamente sostenible.

Es por tanto importante aprovechar las opciones que la ciencia y tecnología dispone para construir un país como México en una civilización sustentable para beneficio de sus habitantes. Por los resultados obtenidos podemos decir que fácilmente el sorgo dulce compite con el maíz y la caña.

15.3 Conclusiones

Los materiales genéticos de origen templado Theis; Topper-76-6; DaleyM81E tienen una adaptación aceptable en las regiones tropicales. Con el testigo F-500 se pueden realizar cruzamientos para mejor adaptación y productividad con los sorgos dulces de origen templado, así se incorporarán genes “dulces” a otros sorgos de grano y forrajeros potencialmente productivos, derivados del programa de mejoramiento genético del INCITES (Instituto de Ciencias y Tecnología de Semillas).

Los grados Brix se midieron a la madurez fisiológica del grano, donde se acumula la mayor cantidad de azúcares en el tallo, y se puede aprovechar tanto el tallo como el grano (si así se desea), para obtener etanol. En investigaciones posteriores se medirán los residuos para producción de biofertilizantes.

Las cuatro variedades de sorgo dulce y la variedad de sorgo forrajera utilizada como testigo son aptas para obtener bioetanol debido a su elevado contenido en grados Brix del 12–15; en azúcares reductores 1.114–2.400; y su alta concentración de glucosa.

La ecuación de regresión para la predicción del contenido de azúcares reductores presentó alta correlación sólo para dos tratamientos.

15.4 Referencias

Breedingsweetsorghumforthe productionofsugar.1988.Afinalprojectreportsubmittedtothe UnitedStatesDepartmentofAgriculture,by the Nimbkar Agricultural Research Institute, Phaltan.44pp.

Breedingsorghumforgrainandsugar.1992.AfinalprojectreportsubmittedtotheIndianCouncilofAgriculturalResearch,NewDelhi,bytheNimbkarAgriculturalResearchInstitute,Phaltan.76pp.

Developmentofsweetsorghum[*Sorghumbicolor*(L.)Moench]linesgivinghighstalkyieldandgoodqualityjuiceforproductionofindustrialethylalcohol.1995.AfinalprojectreportsubmittedtotheMinistryofNon-conventionalEnergySources,NewDelhibytheNimbkarAgriculturalResearchInstitute,Phaltan,83pp.

Evaluación tóxica in vivo de tres especies vegetales del estado de Hidalgo usadas como tratamiento contra el dolor en la medicina tradicional

Isaac Lucas, Abelardo López, Yanik Hernández, Ernesto Cruz y Alicia Chimal

I. Lucas, A. López, Y. Hernández, E. Cruz y A. Chimal
Universidad Tecnológica de la Zona Metropolitana del Valle de México (UTVAM). 1Química Área de
Tecnología Ambiental. Tizayuca, Hidalgo, c.p. 43801
Isaac0lg@gmail.com

M.Ramos.,V.Aguilera.,(eds.) Ciencias Agropecuarias, Handbook -©ECORFAN- Valle de Santiago,
Guanajuato, 2014.

Abstract

Pain, is a symptomatology that it is possible to find in most cases of discomfort, and since many years ago people have usually used Medicinal plants in order to cure themselves because is a cheap way of treatment. Medicinal plants are usually used like herbal tea, or just like drinking water this kind of plants, have an active therapeutic purpose and they have already been reported in scientific researches however, they also have too many variety of active biological substances the ones which, in high dose could cause negative effects including death. In this scientific research, three type of vegetal species originally from Hidalgo state Bidens, Buddleja y Zaluzania were chosen, they have therapeutic uses in homeopathic and natural medicine so that, we made extracts by using organic solvents (hexane, ethyl acetate and ethane), the lethal dose was established 50 from each extract. This result, was only the first phase and it works so as to evaluate, if it is possible to exist some kind of risk in the consumption of this medicinal plants by people.

16 Introducción

El dolor, es un mecanismo de defensa que alerta del posible daño a un organismo, es un síntoma frecuente dentro de la gran mayoría de las enfermedades y lesiones, en especial cuando la enfermedad crónica y sus causas son fisiológicas, psicológicas y sociales. Esto conlleva, que un gran gasto económico se dé en el tratamiento de la sintomatología del dolor (Batista et al., 2011).

En la actualidad, existen opciones para regular o disminuir el dolor, como los Antiinflamatorios no esteroideos (AINE) sin embargo muchos de estos fármacos presentan inconvenientes, pueden causar desde molestias gastrointestinales, hipersensibilidad, así como riesgo potencial de infarto al miocardio (Richard Finkel, 2009). Por lo tanto, es necesario seguir investigando opciones de tratamiento del dolor, las plantas medicinales en México son un potencial importante como fuente de nuevos principios activos analgésicos y des inflamatorios

Las especies vegetales seleccionadas de los géneros de Bidens, Buddleja y Zaluzania, presentados en este trabajo han sido reportadas en la medicina tradicional para tratar el dolor, del mismo modo los antecedentes experimentales indican presencia de sustancias químicas con efecto analgésico en especies cercanas en taxonomía a las de este trabajo, esta es la razón por la que son usadas en el tratamiento de la sintomatología del dolor, sin embargo a parte de los metabolitos responsables del efecto terapéutico, estas especies vegetales presentan un gran número de sustancias con actividad biológica, en diferentes concentraciones, las cuales podrían causar de manera individual o en conjunto reacciones adversas e incluso la muerte a dosis altas.

Por lo anterior el presente trabajo evaluará la dosis letal 50 (DL50), de tres extractos obtenidos a partir de tres especies vegetales seleccionadas como remedios tradicionales contra el dolor. Con el fin, de dar el primer indicio para determinar si existe un riesgo inmediato en su consumo por parte de la población en general.

Dolor e inflamación

La definición de dolor, según la Asociación internacional para el estudio del dolor es la siguiente: “El dolor es una experiencia sensorial y emocional desagradable asociada con daño tisular real o potencial o descrita en términos de dicho daño”. El dolor como la inflamación son respuestas del organismo que previenen de la lesión y el peligro, evitando posible daño tisular. Se trata de la red central de comunicación y procesos que detectan y controlan amenazas, daño, contención y curación, son los aspectos críticos en el mantenimiento de la integridad de un organismo. Hay un creciente reconocimiento de que el papel del dolor e inflamación en la homeostasis de un organismo es un componente integral de muchos procesos fisiológicos normales y patológicos que se presentan en el transcurso de la vida, tales como el mecanismo normal de defensa del organismo ante un daño real y potencial, así como el proceso normal de readaptación durante el envejecimiento y en los múltiples procesos crónicos y degenerativos que nos pueden acompañar, tales como la obesidad y la diabetes (Batista et al., 2011; Moore, 2009; Treede, 2006; Vodovotz et al., 2009)

El proceso de inflamación, induce adaptaciones fisiológicas con el fin de limitar el daño tisular y eliminar al agente patógeno. Estos mecanismos implican una compleja serie de eventos que incluyen la dilatación de las arterias, venas y capilares con aumento de la permeabilidad vascular, liberación de fluidos, como proteínas plasmáticas y migración de leucocitos en el área afectada (Batista et al., 2011; Vodovotz et al., 2009).

En el proceso de dolor se identifican cuatro etapas generales: 1) la transducción o proceso por el cual el estímulo nocivo se transforma en un estímulo eléctrico; 2) la transmisión o propagación del impulso nervioso hasta el sistema nervioso central; 3) modulación o etapa en la que los sistemas analgésicos endógenos modifican la transmisión del impulso nervioso, principalmente inhibiendo las astas posteriores de la medula; y finalmente 4) la percepción final, en el que las tres primeras etapas interactúan junto a otros fenómenos fisiológicos y psicológicos para crear la experiencia de dolor (Carlos moreno, 2004).

Tratamiento

Los AINES, son la primera elección en el tratamiento del dolor general y su distribución es amplia, una razón es que muchas de las formas farmacéuticas de los AINES no requieren de prescripción médica para su venta.

Aunque los AINES son ampliamente descritos, estos no están libres de inconvenientes o reacciones no deseadas, en el caso de los AINES su principal inconveniente es el daño gástrico que provocan debido a su inespecificidad. En el caso de los opiáceos y opioides su eficacia es muy alta sin embargo su principal inconveniente es la adicción que pueden llegar a causar, la cual está casi a la par de su eficacia (Richard Finkel, 2009).

Productos naturales

El uso de la Medicina Tradicional, data desde que el hombre descubrió que podía emplear los recursos que le rodeaban para curar sus enfermedades. Dicha información ha sido transmitida en forma oral o a través de códices y otros escritos. Por esta razón, se conoce que las plantas contienen principios activos de acción terapéutica, que pueden emplearse para tratar los trastornos patológicos y contribuir a la conservación de la salud (Batista et al., 2011).

Las plantas se presentan como una fuente importante de productos naturales con actividad biológica y se consideran una vía prometedora para el descubrimiento de nuevos fármacos debido al fácil acceso y coste relativamente bajo. (Balunas et Kinghorn, 2005; Batista et al., 2011). El desarrollo de las hierbas medicinales con eficacia probada y seguridad, brinda una fuente importante para aumentar el acceso de la población a los medicamentos y ofrecer nuevas opciones terapéuticas. A continuación se hace mención a los géneros que se ocuparon en el presente trabajo.

Géneros *Bidens*, *Buddleja* y *Zaluzania*

Bidens: Aceitilla (*Bidens odorata* Cav.), Dentro de la medicina tradicional mexicana las especies del género *Bidens* se usan para tratar malestares como: dolor de estómago, dolor de huesos, dolor de pulmones y dolor de cabeza. (Biblioteca digital de la medicina tradicional mexicana, 2014).

Datos de recolección: Localización: Barrio de Atempa, el Arenal Tizayuca, Hidalgo. Latitud: 19°49'48.59"N Longitud: 98°59'12.23"O Observaciones: Campo de cultivo de maíz y terrenos baldíos. Altitud: 2274, Noviembre 2013

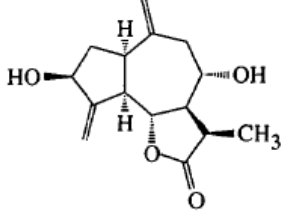
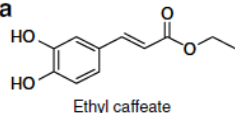
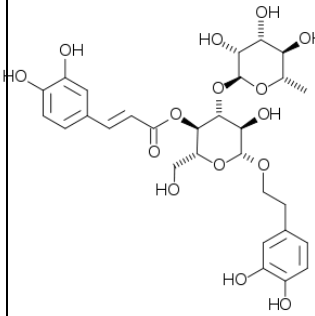
Buddleja: Tepozán (*Buddleja cordata*). En las especies del género *Buddleja* se le atribuyen las propiedades medicinales contra problemas dermatológicos como ronchas, heridas e inflamación de la piel. (México, 2009) Datos de recolección: Localización: Zempoala Hidalgo Latitud: 19°55'13.53"N Longitud: 98°39'32.31"O Altitud: 2507 m Observaciones: Árboles en campo abierto en parte baja de cerros Mayo de 2013

Zaluzania: Limpia tunas (*Zaluzania augusta*) En las especies del género *Zaluzania* se reportan dentro de la medicina tradicional para tratar inflamaciones de la piel (Conabio, 2012). Datos de recolección: Localización: Comunidad del nopalillo Epazoyucan Hidalgo. Latitud: 20° 3'8.13"N Longitud: 8°36'46.43"O Observaciones: Campo abierto, crece a un lado de nopales y cactáceas. Junio de 2013

Metabolitos bioactivos

Se han reportado en la literatura efectos analgésicos y antiinflamatorios presentes en metabolitos secundarios de especies pertenecientes a los géneros mencionados en este trabajo. En la tabla 1 se nombra la especie que se estudió, las pruebas que se aplicaron y los agentes químicos que se identificaron como causantes del efecto terapéutico.

Tabla 16 Compuestos químicos con actividad analgésica presentes en los géneros propuestos para estudio

Especie vegetal	Componentes químicos	Efectos biológicos	Modelos utilizados	Dosis
* <i>Zaluzania augusta</i>	 <p>8[α]-Hydroxy-11[α],13-dihydrozaluzanin C</p>	analgésico	Edema de pata en ratón inducido por carragenina.	10,20,30,50,100 y 300 mg/Kg
** <i>Bidens odorata</i> Cav.	 <p>Ethyl caffeate</p>	analgésico y antiinflamatorio	-----	0.1-20 μg/ml
*** <i>Buddleja globosa</i> , <i>Buddleja jacardata</i>		Actividad antinociceptiva	Prueba Writhing Prueba de formalina Tail-flick test	200, 100, 50, 25 mg/Kg 5% Peso/volumen

Fuente: (J.Romo, 1967; PiornoRdosetal., 2011; Wangetal., 2009), ** (Fabiana Lima Silva, 2011) (Yi-Ming Chiang, 2005), *** Verbascosido (Backhouse et al., 2008)

- **8[α]-Hydroxy-11[α],13-dihydrozaluzanin C** El compuesto tiene un anillo de ciclopentanocis-fusionado y un anillo de 7-lactona trans-fundido aun anillo de cicloheptano. Se ha reportado efecto analgésico en este compuesto así como en algunos de sus análogos (J.Romo, 1967; Kakuda, Helal, Nakamura, et Hattori, 1998; PiornoRdosetal., 2011; Wangetal., 2009)
- **Cafeato etílico** (Etil-3-(3,4-dihidroxifenil)prop-2-enoato). Derivado del ácido cafeico. Compuesto orgánico perteneciente al grupo de los ésteres, teniendo un grupo fenil o unido al ácido propenoico. Su efecto analgésico se debe a la inhibición de la COX-2 (Yi-Ming Chiang, 2005).

- **Verbascosido.** Compuesto orgánico de origen natural, es un derivado del ácido cafeico, contiene azúcares en su estructura (glucopiranosas), y un grupo dihidroxifeniletíl. El efecto analgésico se debe a la inhibición de la COX-1 y 2; se ha reportado efecto protector frente a radiación UV-A y UV-B, captura de especies reactivas de oxígeno así como radicales libres y protección gástrica intestinal contra enfermedades de úlcera (Backhouse et al., 2008; Santos-Cruz et al., 2012; Singh et al., 2010).

Objetivo General: Evaluar en animales vivos (ratones) la DL50 de tres extractos de especies vegetales seleccionadas de los géneros *Bidens*, *Buddleja* y *Zaluzania*.

Objetivos específicos:

- Selección e identificación de las especies vegetales de *Bidens*, *Buddleja* y *Zaluzania*.
- Obtener extractos de hexano, acetato de etilo y metanol, de las especies seleccionadas de *Bidens*, *Buddleja* y *Zaluzania*.
- Determinar la dosis letal 50 de cada extracto obtenido de cada especie vegetal seleccionada.

16.1 Materiales y Método

Recolección y preparación de las plantas

Se realizó el muestreo de las partes aéreas de las plantas, hojas, flores y tallo, se eliminó el exceso de tierra y se colocaron en cajas de madera ventiladas para su secado a la sombra. Posteriormente se molieron de manera mecánica para obtener los extractos.

Obtención de los extractos: Las plantas secas y molidas (200-250g) se sometieron a reflujo con hexano durante 3h, se filtraron y se eliminó el exceso de solvente en rotavapor a presión reducida, este proceso se repitió 2 veces, obteniéndose el primer extracto de hexano, el proceso se repitió cambiando al siguiente disolvente en orden creciente de polaridad, se usó la misma muestra usada anteriormente. Con este mismo procedimiento se obtuvieron los extractos de acetato de etilo, metanol y etanol.

Dosis Letal media (DL50)

Para la determinación de la dosis letal cincuenta aguda de los 8 extractos obtenidos se utilizaron 147 ratones CD1 machos procedentes del Bioteriote de la UAEH, con una masa corporal comprendida entre 25 y 30g, los cuales fueron mantenidos en un cuarto a temperatura constante. La alimentación consistió en alimento TEKLAD global para roedores y agua a voluntad.

Se confeccionaron grupos de 3 animales cada uno, a cada grupo se le administró un extracto disuelto en solución acuosa con 1-2% de Tween 80, dejando un grupo control administrado solo con vehículo.

Los extractos de prueba se administraron por vía oral mediante cánula intragástrica, con previa ayuna de 12h. La admiración se dividió en 2 fases de 7 días cada una, en la primera fase los niveles de dosis administrados fueron de 10, 100, 1000mg/kg; En la segunda fase se administraron dosis de 1600, 2900 y 5000mg/Kg.

Los animales fueron observados constantemente durante las primeras 24h, continuando la misma diariamente durante un período de 7 días ,registrando cualquier síntoma tóxico. Al finalizar este período se procedió al sacrificio por dislocación cervical. El peso corporal se mido al inicio, y al final del experimento a los 7 días (Lorke,1983).

16.2 Resultados

En la tabla 16 se muestra el porcentaje de rendimiento que se obtuvo en cada extracto vegetal; en la tabla 16.1 se muestra el resultado de la evaluación de las dos fases de DL50.

Tabla16 Rendimientos de extractos vegetales

Planta	Solvente	Rendimiento(%)
Bidensodorata	Hexano	1.2
Bidensodorata	Acetato de etilo	1.4
Bidensodorata	Metanol	11.7
Buddlejacordata	Hexano	1.5
Buddlejacordata	Acetato de etilo	2.72
Buddlejacordata	Etanol	11.51
Zaluzania augusta	Hexano	3.1
Zaluzania augusta	Acetato de etilo	5.9
Zaluzania augusta	Etanol	7.2

DL50

Tabla16.1 Resultados de evaluación de DL50

Extracto	Fase 1(10,100y1000mg/Kg)	Fase2(1600,2900 y5000 mg/kg)
Bidensodorata (hexano)	Nomortandad, sin pérdida de peso, sin síntomas adversos	Extracto insuficiente
Bidensodorata (acetato de etilo)	Nomortandad, sin pérdida de peso, sin síntomas adversos	No mortandad, pérdida de peso, piloerección, caída de pelo, piel morada y ojos cerrados (desapareció después de 24 horas)
Bidensodorata (metanol)	Nomortandad, sin pérdida de peso, sin síntomas adversos	Nomortandad, sin pérdida de peso, sin síntomas adversos
Buddlejacordata (hexano)	Nomortandad, sin pérdida de peso, sin síntomas adversos	Nomortandad, sin pérdida de peso, sin síntomas adversos
Buddlejacordata (acetato de etilo)	Nomortandad, sin pérdida de peso, sin síntomas adversos	Nomortandad, sin pérdida de peso, sin síntomas adversos
Buddlejacordata (etanol)	Nomortandad, sin pérdida de peso, sin síntomas adversos	Nomortandad, sin pérdida de peso, sin síntomas adversos
Zaluzania augusta (hexano)	Nomortandad, sin pérdida de peso, sin síntomas adversos	Nomortandad, sin pérdida de peso, sin síntomas adversos
Zaluzania augusta (acetato de etilo)	Nomortandad, sin pérdida de peso, sin síntomas adversos	Nomortandad, sin pérdida de peso, sin síntomas adversos
Zaluzania augusta (etanol)	Nomortandad, sin pérdida de peso, sin síntomas adversos	Nomortandad, sin pérdida de peso, sin síntomas adversos

16.3 Conclusiones

Los resultados de la DL50, no arrojaron mortanda de ninguna de las dos fases de evaluación, incluso a dosis de 5000mg/Kg de peso. En la preparación y consumo ocasional de un té o agua de tiempo, con alguna de las especies vegetales de este trabajo la dosis consumida por una persona en promedio no estaría por encima de los 1000mg/Kg, esto basado en el porcentaje de rendimiento de los extractos obtenidos, siendo que el porcentaje de rendimiento mas alto fue de 11.51%. Con lo anterior se concluye que el consumo en forma de té o agua de tiempo de alguna de las especies vegetales descritas en este trabajo no tiene riesgo de causar muerte. Se requieren pruebas futuras, para evaluar que tampoco causarían efectos adversos de gran importancia.

16.4 Agradecimientos

Se reconoce y agradece, el apoyo del Bioterio de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH) y a su personal que nos permitieran todas las facilidades para realizar las pruebas *in vivo* para este trabajo de manera adecuada, con la correcta manipulación y ética que conlleva trabajar con animales.

16.5 Referencias

Backhouse, N., Delporte, C., Apablaza, C., Farias, M., Goity, L., Arrau, S., .. Miranda, H. (2008). Antinociceptive activity of *Buddleja globosa* (matico) in several models of pain. *J Ethnopharmacol*, 119(1), 160-165. doi:10.1016/j.jep.2008.06.022

Balunas, M. J., & Kinghorn, A. D. (2005). Drug discovery from medicinal plants. *Life Sci*, 78(5), 431-441. doi:10.1016/j.lfs.2005.09.012

Batista, G. R. d.M. L., Camilade Albuquerque, M., Cynthia Layse Ferreira de, A., Petrônio Filgueiras de, A.-F., José Maria, B.-F., & Leônia, M. (2011). Database Survey of Anti-Inflammatory Plants in South America: A Review. [Review]. *International Journal of Molecular Sciences*, 12(4), 2692-2749. doi:10.3390/ijms12042692

Biblioteca digital de

la medicina tradicional mexicana. (2014) Retrieved 22/04/2014, 2014, from <http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx/index.php>

Carlos Moreno, D.M. P. (2004). 2. Fisiopatología del dolor clínico. (2), 13. Conabio. (2012). *Zaluzania augusta*- ficha informativa. 2012 (21 octubre 2012).

Fabiana Lima Silva, D.C. H. F., Josean Fchine Tavares. (2011). Compilation of Secondary Metabolites from *Bidens pilosa*

L. Review. *molecules*, 1070-1102. doi:10.3390/molecules16021070

J. Romo, A. R. d. V. P. J.N. (1967). The constituents of *Zaluzania augusta*: The structures of zaluzanins A and B. *Tetrahedron*, 23(1), 29-35. doi:10.1016/s0040-4020(01)83283-x

Kakuda, H., Helal, A. M., Nakamura, N., & Hattori, M. (1998). 8-Hydroxy-11,13-dihydrozaluzanin C. [text]. *Acta Crystallographica Section C: Crystal Structure Communications*, 54(1), 113-114. doi:10.1107/S0108270197012924

Lorke, D. (1983). A new approach to practical acute toxicity testing. *Arch Toxicol*, 54(4), 275-287.

México, U. N. A. d. (2009). Biblioteca Digital de la Medicina Tradicional Mexicana Retrieved 24 septiembre 2012, 2012, from <http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx/monografia.php?l=3&t=&id=7784>

Moore, N. D. (2009). In search of an ideal analgesic for common acute pain. *Acute Pain*, 11 (Issues 3-4), 129-137. doi:10.1016/j.acpain.2009.09.003

Piornedo Rdos, R., de Souza, P., Stefanello, M. E., Strapasson, R. L., Zampronio, A. R., & Kassuya, C. A. (2011). Anti-inflammatory activity of extracts and 11,13-dihydrozaluzanin C from *Gochnati* polymorphous species. *J Ethnopharmacol*, 133(3), 1077-1084. doi:10.1016/j.jep.2010.11.040. Epub 2010 Nov 25.

Richard Finkel, M. A. C., Luigi X. Cubeddu. (2009). *Farmacología* (4ed.). Barcelona España: Lippincott Williams & Wilkins. Santos-Cruz, L. F., Avila-Acevedo, J. G., Ortega-Capitaine, D., Ojeda-Duplancher, J. C., Perdigon-Moya, J. L., Hernandez-Portilla, L. B., .. Heres-Pulido, M. E. (2012). Verbascoside is not genotoxic in the StandHB crosses of the *Drosophila* wingspot test, and its constituent, caffeic acid, decreases the spontaneous mutation rate in the ST cross. *Food Chem Toxicol*, 50(3-4), 1082-1090. doi:10.1016/j.fct.2011.12.006. Epub 2011 Dec 11.

Singh, N., Shukla, N., Singh, P., Sharma, R., Rajendran, S. M., Maurya, R., & Palit, G. (2010). Verbascoside isolated from *Tectonagrandis* mediates gastric protection in rats via inhibiting proton pump activity. *Fitoterapia*, 81(7), 755-761. doi:10.1016/j.fitote.2010.03.019. Epub 2010 Apr 11.

Treede, R. D. (2006). Chapter 1 Pain and hyperalgesia: definitions and theories. *Handb Clin Neurol*, 81, 3-10. doi:10.1016/s0072-9752(06)80005-9.

Vodovotz, Y., Constantine, G., Rubin, J., Csete, M., Voit, E. O., & An, G. (2009). Mechanistic simulation of inflammation: current state and future prospects. *Math Biosci*, 217(1), 1-10. doi:10.1016/j.mbs.2008.07.013

Wang, H., Wu, T., Yan, M., Liu, G., Li, P., Zhang, X. Q., .. Zhang, L. Y. (2009). Sesquiterpenes from *Ainsliae afragrans* and their inhibitory activities against cyclooxygenases-1 and 2. *Chem Pharm Bull (Tokyo)*, 57(6), 597-599.

Extracto crudo de Glicolípidos: una nueva alternativa para la conservación de mango poscosecha

Consuelo Rochín, Brenda Cárdenas, Daniel Juárez, Víctor Rodríguez, Aarón Salazar y Claudia Amézcu

C.Rochín, B. Cárdenas, D. Juárez, V. Rodríguez, A. Salazar y C.Amézcua
Universidad Politécnica de Sinaloa., Carretera Municipal Libre Mazatlán-Higuera Km3. cp 82199. Mazatlán, Sin.
camezcua@upsin.edu.mx

M.Ramos.,V.Aguilera.,(eds.) Ciencias Agropecuarias, Handbook -©ECORFAN- Valle de Santiago, Guanajuato, 2014.

Abstract

The application of crude glycolipids extract obtained by *Pseudomonas* sp was tested for the preservation of Tommy Atkins mango posharvest during storage at 23°C. Mangos were immersed in crude glycolipids extract. The quality of no-immersed, immersed, treated hydrothermally no-immersed and treated hydrothermally immersed fruits were evaluated by visible decay, weight loss, microbial infection and color over 14-days storage period. Results showed that the fruits treated with of crude glycolipids extract presented the minor visible decay, loss of weight ($p < 0.05$) and microbial infection when compared to no-immersed, treated hydrothermally no-immersed and treated hydrothermally immersed fruits.

17 Introducción

La creciente demanda de los consumidores por alimentos naturales mínimamente procesados como las frutas y hortalizas es inminente, situación que quizás sea debida al alto valor nutricional que poseen. Las frutas y hortalizas son fuente de vitaminas, minerales esenciales, fibra dietaria, antioxidantes fenólicos, glucosinatos y otras sustancias bioactivas, además de proveer carbohidratos y proteínas. Se ha reportado (Mancini, et al., 2000) que los efectos nutricionales de las frutas y hortalizas pueden promover la salud y reducir el riesgo de distintas enfermedades, se ha recomendado que en nuestra dieta diaria se incluyan 5 porciones de éstas.

Estatendencia a consumir productos sanos más parecidos a su forma natural obliga a buscar nuevas alternativas para conservarlos frescos. Durante muchos años se utilizaron benzoatos, nitritos y nitratos, anhídrido sulfuroso como conservadores, sin embargo, muchos de ellos han sido asociados con intoxicaciones, cáncer entre otras enfermedades degenerativas (Rodríguez, et al., 2011). En esta búsqueda se han encontrado agentes conservadores de origen natural obtenidos principalmente: 1) hierbas y especias con el reto de extraer, purificar, estabilizar e incorporarlas al fruto sin afectar su calidad sensorial, 2) proteínas, enzimas y polisacáridos de origen animal que enfrentan el alto costo para su obtención y 3) moléculas bioactivas de origen microbiano tales como proteínas, enzimas, carbohidratos las cuales poco se han estudiado.

Los glicolípidos de origen microbiano pueden resultar una opción interesante como conservadores ya que son moléculas anfipáticas con propiedades dispersantes, antimicrobianas no tóxicas para el ser humano y que pueden ser producidas por diversas bacterias entre ellas *Pseudomonas*.

La presente investigación es un trabajo pionero en el cual se evalúo la aplicación de extracto crudo de glicolípidos obtenidos a partir de *Pseudomonas* sp para la conservación de mango poscosecha.

17.1 Materiales y métodos

Obtención del extracto crudo de glicolípidos

La cepa de *Pseudomonas* sp fue proporcionada por el Laboratorio de Microbiología Aplicada de la Universidad Politécnica de Sinaloa.

Un inóculo de 106 cel/mL fue inoculado en caldo BHI a 30°C, 150 rpm, durante 48 h. El extracto crudo fue centrifugado para eliminar la biomasa y posteriormente esterilizado a 121°C, durante 15 min. Se determinó la actividad del extracto mediante la prueba de la gota colapsada (Tugrul, et al., 2005).

Aplicación del extracto

Mangos de la variedad Tommy Atkins fueron seleccionados con un peso medio de 433.70g y un estado de madurez: verde maduro, libres de grietas, hongos y daños mecánicos. Para el estudio los mangos fueron divididos en grupos de 10 unidades por tratamiento.

Los tratamientos fueron: T1 muestra testigo, T2 los frutos fueron sumergidos en el extracto crudo de glicolípidos durante 30 seg y posteriormente se dejaron secar a una temperatura de 23°C. T3 a los frutos se les realizó un tratamiento hidrotérmico (recomendado por la USDA-ASPHI para mango poscosecha) el cual se utilizó como una medida fitosanitaria para frutos de exportación.

El tratamiento hidrotérmico consistió en una inmersión del mango en agua a 45°C durante 75 min posteriormente, se dejó a 4°C durante 15 min. Una vez finalizado el tratamiento los frutos se dejaron secar a 23°C.

T4 se realizó la misma metodología que en el T3 con la diferencia que los frutos fueron sumergidos después del tratamiento hidrotérmico en el extracto crudo de glicolípidos.

Se realizó el estudio durante 12 d bajo condiciones ambientales de 23°C. Las respuestas a evaluar fueron; visible decaimiento del fruto (García, et al., 1998a), pérdida de peso, porcentaje de infección (Moaydenia, et al., 2010) y color de acuerdo a NMX-FF-058-SCFI-2006.

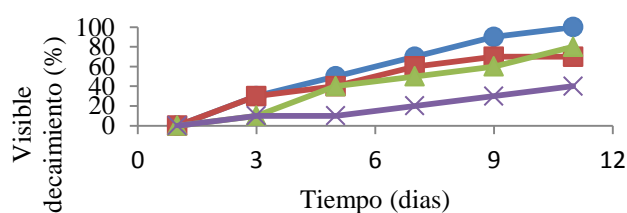
Con los datos obtenidos de la respuesta pérdida de peso se realizaron las pruebas de normalidad de Shapiro-Wilk, seguido de un análisis de varianza de una vía tomando como factor los tipos de tratamiento.

Finalmente, se realizó una prueba Post-Hoc de Tukey para determinar la homogeneidad de los grupos. Todas las pruebas estadísticas se realizaron utilizando el software STATISTICA 7, a un nivel de significancia de $\alpha=0.05$.

17.2 Resultados y discusión

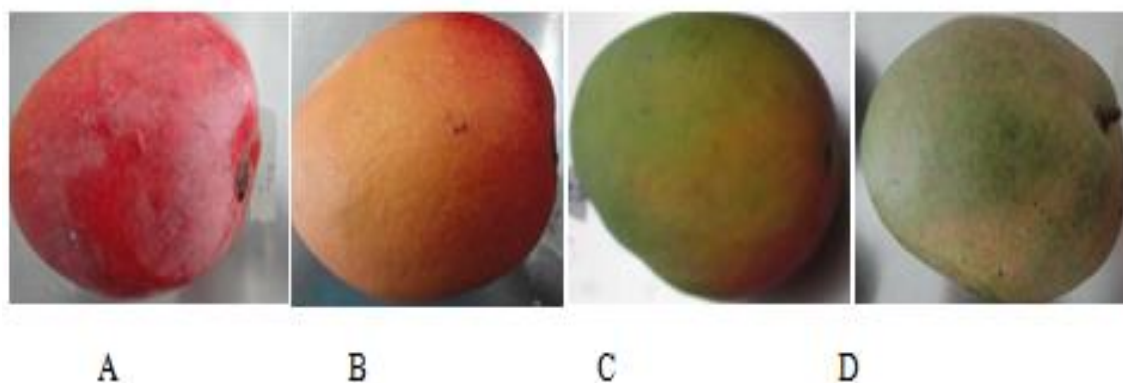
Visible decaimiento. En la Figura 1 se muestran los resultados de la evolución del visible decaimiento de los frutos bajo los diferentes tratamientos a 23°C.

Grafico 17 Evolución del decaimiento de los frutos bajo los diferentes tratamientos a 23°C durante 11 días. T1(▲), T2(×), T3(●) y T4(■)



La aplicación del extracto crudo de glicolípidos presenta una influencia positiva sobre la apariencia del fruto. Los mangos del T1 tuvieron un visible decaimiento a partir del 3d, con un progreso del 80% el 11 d, mientras, que los del T2 solamente el 10% de los frutos tuvieron un visible decaimiento a partir del 5d y el 40% al cabo del 11 d de almacenamiento. Estos resultados podrían ser debidos a que los glicolípidos estructuralmente interaccionan con las ceras cuticulares de los frutos, mantienen la humedad y por lo tanto la apariencia se favorece durante el transcurso del tiempo. En los tratamientos T3 y T4 se observa un rápido decaimiento de los frutos a partir del 1 d. Pérez, et al., (2006), han presentado que la estructura de las ceras epicuticulares pueden ser modificadas por efecto del calor (tratamiento térmico) lo que provoca que el fruto sea más permeable y ocurra un ablandamiento del tejido, lo que facilita la difusión. Los resultados muestran que la respuesta de decaimiento entre T3 y T4 es menor en el T4 esto pudiera ser debido a que los glicolípidos presentes en el extracto crudo sirvan como una barrera protectora del tejido. La Figura 2 muestra algunas fotografías de los frutos bajo los diferentes tratamientos después 11 d de almacenamiento.

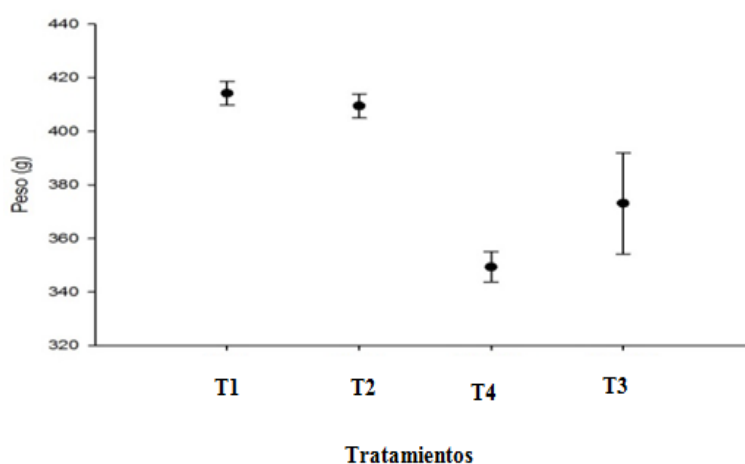
Figura 17 Fotografías de mangos bajo los diferentes tratamientos. A. T1, B. T2, C. T3 y D. T4 después de 11 d de almacenamiento



- A. Se observan magulladuras, arrugas e irregularidades de la piel del fruto
- B. No existen arrugas, surcos, magulladuras e irregularidades de la piel
- C. Se presentan magulladuras, arrugas e irregularidades de la piel y con cierta deformidad del fruto
- D. Se observan manchas, irregularidades y decoloración de la piel

Pérdida de peso. Existe una diferencia significativa ($p < 0.05$) entre los pesos de los mangos de los distintos tratamientos (Figura 3). La prueba Post-Hoc mostró que no hubo una diferencia significativa entre los pesos de los tratamientos T1 y T2, sin embargo, entre los tratamientos T3 y T4 si existe una diferencia significativa, se presenta una gran variabilidad de los pesos en el T3. La severidad del tratamiento hidrotérmico puede ocasionar la remoción de las ceras de la cutícula de los frutos favoreciéndose la permeabilidad y por lo tanto la pérdida de peso (Vargas, et al., 2006).

Grafico 17.1 Medida y error estándar de los valores obtenidos de la pérdida de peso en (g) de los mangos bajo diferentes tratamientos



Porcentaje de infección. Durante el proceso de maduración los frutos sufren cambios microbiológicos que dependiendo del tipo de microorganismo desarrollado y del manejo que se les da durante el almacenamiento, lo convierte en un producto con valor agregado, deteriorado o rechazado por el consumidor. Los frutos del T1 presentaron el porcentaje más alto de infección (70%) al término de 11 d de almacenamiento (Tabla 1), seguido del T3, T4 con 50 y 40% respectivamente.

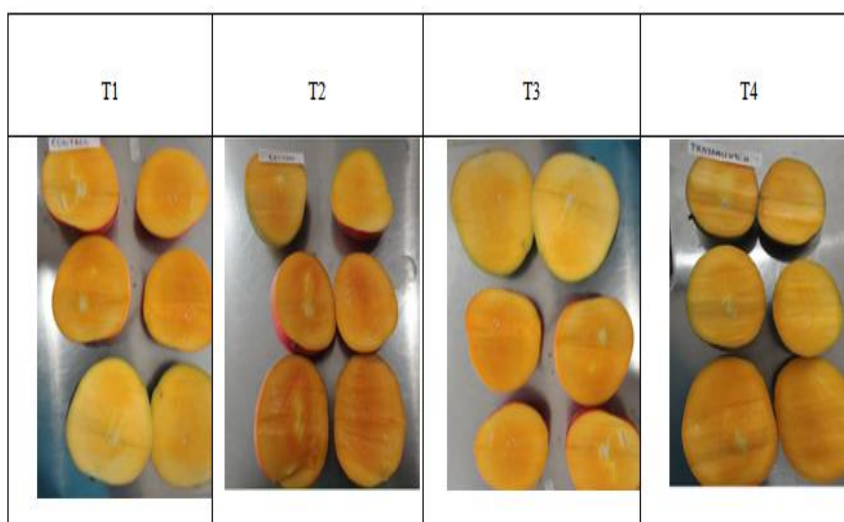
Tabla 17 Resultados del porcentaje de infección de los frutos bajo los diferentes tratamientos durante 11 d Porcentaje de Infección (%)

Tratamiento	Día 1	Día 3	Día 5	Día 7	Día 9	Día 11
T1	0	20	30	50	60	70
T2	0	0	10	10	20	20
T3	0	20	30	40	50	50
T4	0	10	20	20	30	40

El T2 solamente el 20% de los frutos presentaron una infección. Se ha reportado (Lang, et al., 1999) que glicolípidos obtenidos a partir de *Pseudomonas* presentan efectos antibióticos sobre diversos hongos, bacterias Gram (+) y (-). La aplicación de mezclas de glicolípidos RL-1 y RL-3 obtenidos de *Pseudomonas* sp previenen el crecimiento de *B. subtilis* a una concentración de 35 μ g/mL (Lang et al., 1989).

Color. De acuerdo a NMX-FF-058-SCFI-2006 el color de la pulpa es un indicador de madurez del fruto. Los mangos deben presentar la coloración característica dependiendo de la variedad o tipo. La Figura 4 presenta el estado de madurez que alcanzaron los mangos bajo los distintos tratamientos al cabo de 11 d.

Figura 17.1 Resultados del color de la pulpa de mangos bajo los diferentes tratamientos al cabo de 11 d



Se puede observar que la pulpa de los frutos del T2 y T4 han alcanzado un color amarillo en toda su área, acentuándose este color alrededor del hueso. Bajo especificaciones de la Norma se pueden considerar ACEPTABLE. La madurez alcanzada en los frutos del T1 y T3 es más heterogénea, en algunos frutos la pulpa se encuentra de color amarillo en menos del 50% de su área central, el resto tiene un color crema, por lo que algunos frutos de acuerdo a normatividad se pueden considerar como RECHAZADO (tierno).

17.3 Conclusiones

La menor pérdida de peso, visual decaimiento, porcentaje de infección y madurez se obtuvieron en los frutos tratados con extracto de glicolípidos (T2). Los frutos tratados hidrotérmicamente presentaron la mayor pérdida de peso, visual decaimiento e inmadurez (T3 y T4).

Nuevas oportunidades se presentan para biomoléculas tales como los glicolípidos las cuales pueden tener aplicaciones interesantes como futuros conservadores de frutas poscosecha.

17.4 Agradecimientos

Los autores desean agradecer aAgroproducto Azteca al proporcionarnos los frutos de estudio, Brito-Rojasy Sol-Hernández por sus recomendaciones en el Análisis Estadístico y Martín Dominguez por su apoyo técnico.

17.5 Referencias

García, MA., Martino, MN., Zaritzky, NE. 1998a. Starch-based coatings: effect on refrigerated strawberry (*Fragaria ananassa*) quality. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 76, 411-420.

Lang, S., Katsiwela, E., Wagner, F. 1989. Antimicrobial effects of biosurfactants. *Fat Science Technology*. 91, 363-366.

Lang, S., Wullbrandt. 1999. Rhamnose lipids-biosynthesis, microbial production and application potential. *Applied Microbiology Biotechnology*. 51, 22-32

Mancini, F., McHung, TH. 2000. Fruit-alginate interactions in novel restructured products. *Nahrung*. 44, 737-743.

Moayednia, N., Ehsani, MR., Emamdjomeh, Z., Mazaheri Asadi, M., Mizani, M., Mazaheri, AF. 2010. A note on the effect of calcium alginate coating on quality of refrigerated strawberries. *Irish Journal of Agricultural and Food Research*, 49, 165-170.

Pérez, RB., Báez, SR., Bringas, E., Mendoza, AM., Ojeda, J., Cruz, VL, Núñez de Villavicencio, M. 2006. Estudio de la pérdida de peso, permeabilidad y composición cuticular de mangos *Tommy Atkins* tratados con cera durante su almacenamiento refrigerado. *Ciencia y Tecnología de Alimentos* 16, 62-68.

Rodríguez, SEN. 2011. Uso de agentes antimicrobianos naturales en la conservación de frutas y hortalizas. *Ra Ximhai*.7, 153-170.

Tugrul, T., Cansumar, E. 2005. Detecting surfactant-producing microorganisms by the drop-collapse test. *World Journal of Microbiology & Biotechnology*. 21, 851-853.

Vargas, M., Albors, A., Chiralt, A., González-Martínez, C. 2006. Quality of cold-stored strawberries as affected by chitosan-oleic acid edible coatings. *Postharvest Biology and Technology* 36,199-208.

Identificación de serotipos capsulares 5 y 8 en aislamiento de *Staphylococcus aureus* obtenidos de hatos lecheros de producción de tipo familiar en el valle de Toluca, México

Valente Velázquez, Ana García, Alberto Barbabosa, María Uxúa y Benjamín Valladares

V. Velázquez, A. Garcia, A. Barbosa, M. Uxúa y B. Valladares.
Cuerpo Académico en Salud animal (UAEM-CA-3 Salud animal) Centro de Investigación y Estudios Avanzados en Salud Animal, autopista Toluca-Atlacomulco Km 15.5. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma del Estado de México
rcasaia_fmvyz@uaemex.mx

M.Ramos.,V.Aguilera.,(eds.) Ciencias Agropecuarias, Handbook -©ECORFAN- Valle de Santiago, Guanajuato, 2014.

Abstract

Staphylococcus aureus expressing 5 and 8 exopolysaccharides are considered the most virulent and frequent in dairy cow's mastitis. To determine their distribution in Toluca Valley, 322 milk samples were taken from 23 family dairy herds in the following municipalities: Almoloya de Juárez, Lerma, Temoaya, Toluca and Zinacantepec. Staphylococcus aureus isolation and identification were undertaken using routine bacteriological procedures. Capsular expression was obtained in Columbia agar and capsule identified using Hiss stain. Capsular type was determined in soft agar supplemented with milk whey. Capsular serotypes 5 and 8 were identified using plate seroagglutination. cap5 and cap8 gene expression was confirmed by PCR.

The identification of capsular *S. aureus* serotypes 5 and 8 in dairy family herds in municipalities from Toluca Valley may have clinical significance in persistent infection of the mammary gland in cows as well as representing a major risk for public health.

18 Introducción

La mastitis por *S. aureus* afecta la producción lechera, al producir cambios en la composición físico-química, nutricional y celular de la leche. Los cuales afectan su calidad e inocuidad para el consumidor. El *S. aureus* es un patógeno contagioso de importancia económica y sanitaria en los hatos lecheros. La transmisión del agente ocurre entre las vacas del hato, debido a un manejo inadecuado del ordeño y malas prácticas de higiene, favoreciendo el ciclo de infección vaca - hombre - vaca constituyendo un riesgo a la salud pública. La persistencia de la infección intraglandular mamaria por *S. aureus* y los cuadros clínicos de mastitis se relacionan con la patogenicidad del agente, sugiriendo una variación en la distribución geográfica de los patotipos de *S. aureus* asociada a los factores de virulencia los cuales contribuyen un riesgo de transmisión de cepas de *S. aureus* entre la población animal y humana. La cápsula del *S. aureus* interfiere con la fagocitosis de los neutrófilos, debido a la deficiente opsonización de la bacteria, por el complemento y bajos niveles de IgG₂ en leche. El exopolisacárido capsular contiene glicoproteínas y polisacáridos, polialcoholes y aminoazúcares. Se han identificado 11 serotipos capsulares de estos los serotipos 5 y 8 se han identificado en los animales y el hombre. Dada la importancia de la cápsula por la resistencia a la fagocitosis in vitro en neutrófilos y la persistencia de la infección en la glándula mamaria; el objetivo del estudio fue identificar los serotipos capsulares 5 y 8 en vacas lecheras con mastitis subclínica en hatos lecheros de producción familiar del valle de Toluca.

18.1 Materiales y métodos

Mediante un muestreo aleatorio estratificado, se obtuvieron 322 muestras de leche de vacas en producción de diferentes edades y etapas de lactación, de 23 hatos en los municipios de Almoloya de Juárez, Lerma, Temoaya, Toluca, y Zinacantepec, en el valle de Toluca. Se determinó la frecuencia y la distribución de *S. aureus* asociada a los serotipo capsulares 5 y 8 en hatos estudiados.

La obtención de muestras de leche y el aislamiento bacteriológico se realizó de acuerdo al procedimiento del National Mastitis Council, 2005. A partir de las placas de agar sangre, sal y manitol incubadas a 37°C durante 18 a 24 h. Las unidades formadoras de colonias (UFC) se identificaron presuntivamente por la hemólisis en agar sangre y la coloración amarilla en agar sal y manitol; tinción de Gram, las pruebas de catalasa y coagulasa. Se emplearon como controles las cepas ATCC *S. aureus* 25923 y *S. epidermidis* 12228 (Cohen, 1977; Boerlin et al., 2003).

La cápsula de *S. aureus* se determinó en agar Columbia (NaCl 2.0%), las UFC se tiñeron con la tinción de Hiss observada al microscopio a 100 x. El tipo capsular del *S. aureus* se identificó en las UFC en agar blando suero de leche 10% (Watts et al., 2005; Sutra y Poutrel, 1990).

Los serotipos capsulares 5 y 8 se determinaron mediante la prueba de seroaglutinación en placa con antisuero policlonal de conejo, empleando como controles las cepas capsulares y acapsular de *S. aureus* ATCC 25904, 49525 y 10832. (Karakawa et al., 1985).

Los genes cap5 y 8 se identificaron mediante la prueba de la reacción de la cadena de la polimerasa (PCR) Verdier, 2007; empleando los iniciadores cap5 k1(5-GTCAAAGATT ATGTGATGCTACTGAG-3) y Cap5 k2 (5-ACTTCGAATATAAACTTG AATCAATGTTATACAG-3) y cap8 k1 (5-GCCTTATGTTAGGTGATAAACCC-3) cap8 k2 (5-GGAAAACACTATCATAGCAGG-3).

Los productos del PCR amplificaron a 361 pb para cap 5 y 173 pb para cap8 comparados con un marcador de peso molecular y analizados en gel de agarosa al 1.5% corrido a 77 voltios 90 min y teñido con bromuro de etidio, descritos y observados en las cepas de control.

Al amplificar el ADN en un termociclador con una iniciación de 5 min de desnaturalización 94°C, 30 ciclos de 30 segundos de desnaturalización 94°C, 30 segundos de elongación 55°C y 1 minuto de extensión 72°C y una extensión final de 5 minutos 72°C. Los resultados se analizaron a partir de las frecuencias de la comparación de los tipos capsulares, mediante la prueba de hipótesis de proporciones (Steel, 1990).

18.2 Resultados y discusión

Se obtuvieron 90 aislamientos de *S. aureus* con una tasa de positividad del 27.95%, los cuales expresaron la capsula difusa en su totalidad.

El 63.33% (57/90) de las cepas capsulares fueron positivas al serotipo 5, el 22.22% (20/90) al serotipo 8 y 14.44% (13/90) se consideraron no tipificables (NT) ($P < 0.05$). La distribución de los serotipos capsulares 5 y 8 fue similar entre los municipios ($P > 0.005$).

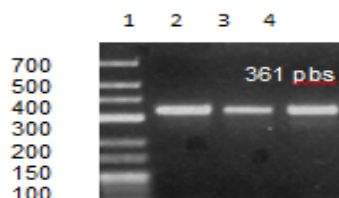
En Almoloya de Juárez se observó la mayor prevalencia de los serotipos capsulares evaluados 31.11% y 4.4% respectivamente. La menor proporción se apreció en el municipio de Toluca 1.75% del serotipo capsular 5 con ausencia del serotipo 8 (Tabla 18).

Tabla 18

Municipios	Aislamientos	Cp5 %	Cp8%	NT%
Almoloya de Juárez	35	0.18 ^{ns}	0.026 ^{ns}	0.01 ^{ns}
Lerma	18	0.16 ^{ns}	0.140 ^{ns}	0.06 ^{ns}
Temoaya	21	0.15 ^{ns}	0.064 ^{ns}	0.05 ^{ns}
Toluca	4	0.06 ^{ns}	0.000	0.20 ^{ns}
Zinacantepec	12	0.28 ^{ns}	0.140 ^{ns}	0.00
Total	90 (0.28)	0.177 ^a	0.062 ^a	0.04 ^a

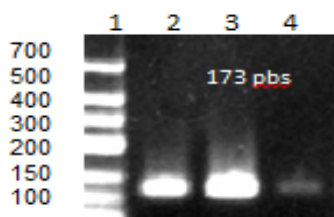
Por medio de PCR se tipificó el 86% (77/90) de aislamientos de *S. aureus*. El tamaño de los amplicones de los productos del PCR para el gen Cap5 correspondió a 361 pbs observado en los aislamientos Sa135, Sa 177, Sa 211, Sa 264, Sa 298 (Figura 1) y para el gen Cap8 173 pbs identificado en los aislamientos Sa 128, Sa 227, Sa 258, Sa 275, Sa 286 (Figura 2).

Figura 18 Amplificación de Cápsula 5. Carril 1: Marcador de peso molecular; carril 2: muestra135, carril 3: muestra177, carril 4: muestra 211.



Identificación del gen cap5 por medio de PCR

Figura 18.1 Amplificación de Cápsula 8. Carril 1: Marcador de Peso molecular; carril 2: muestra128, carril 3: muestra 227, carril 4: muestra 258.



Identificación del gen Cap8 por medio de PCR

El nivel de infección de *S. aureus* en las unidades de producción lechera familiar estudiada compromete seriamente la salud de la glándula mamaria y la productividad del hato lechero. La mastitis por *S. aureus* constituye un riesgo a la salud pública, por la contaminación de la leche y sus derivados no pasteurizados.

En los hatos lecheros evaluados en los municipios del valle de Toluca se identificaron condiciones de riesgo sanitario que favorecen la prevalencia de la mastitis subclínica en las vacas lecheras afectando consecuentemente la calidad e inocuidad de la leche.

La prevalencia de la infección por *S. aureus* en las unidades de producción lechera familiar en los municipios de Almoloya de Juárez, Lerma, Temoaya, Toluca, y Zinacantepec, fue considerada elevada. Coincidiendo con las frecuencias establecidas en estudios realizados en poblaciones de vacas lecheras en el Norte de África que indican una frecuencia de infección *S. aureus* del 40%, en Sudan del 50% contrastando con la reportada en Suecia que reporta una tasa de infección por *S. aureus* menor al 30%. La mayoría de estudios coinciden en señalar que debido a la infección por *S. aureus* en la glándula mamaria se produce una reducción considerable de la producción láctea y severo deterioro a la salud de glándula mamaria, debido a la cronicidad de la infección glandular. Estudios realizados en Italia, indican que es posible la eliminación de la infección glandular mamaria, al instrumentar programas de prevención y control para el *S. aureus*.

La expresión del tipo capsular 5 y 8 en los aislamientos de *S. aureus* obtenidos en el estudio se relacionaron con el tipo capsular difuso. Los serotipos capsulares 5 y 8 predominaron en las unidades de producción lechera familiar en el estudio, demostrando la importancia en la infección de la glándula mamaria de las vacas lecheras.

La frecuencia de los serotipos 5 y 8 en el estudio difiere con lo reportado en países como Francia, que al estudiar 212 cepas de saures, el 70% fueron clasificadas como serotipos capsulares 5 y 8, en Israel en un estudio hecho por Sompolinsky (1985) de 18 aislamientos provenientes de mastitis bovina, el 17% fue tipificable para los serotipos 5 y 8.

En Noruega en el año 2000 de 86 aislamientos obtenidos de *S. aureus* de vacas con mastitis subclínica el 95% presentaron serotipo capsular 8, mientras que en Estados Unidos de 362 aislamientos obtenidos de diferentes regiones del país el 42% fue positivo a los serotipos capsulares 5 y 8.

En Argentina en el año 2000 se evaluaron 195 cepas de *S. aureus* y se encontró que solo el 14% eran tipificables con antisueros contra el serotipo capsular 5 y 8; mientras que 168 cepas no fueron tipificables. En el estudio el método de PCR permitió la genotipificación de Cap5 y Cap8, que confirmó los hallazgos obtenidos en la serotipificación con el antisuero policlonal anticapsular 5 y 8.

Los serotipos capsulares 5 y 8 se corroboraron por la técnica de PCR, para los serotipos donde los NT mostraron características para el serotipo 5 y 8 correspondiendo a un nuevo serotipo capsular 336, sin embargo su estructura química no ha sido caracterizada y se ha demostrado recientemente que aislamientos que expresan el polisacárido capsular de superficie expresa los genes capsulares Cap5 o Cap8

18.3 Conclusiones

En las unidades de producción lechera de tipo familiar en el valle de Toluca prevalece la mastitis subclínica causada por *S. aureus* serotipos capsulares 5 y 8, con una prevalencia fenotípica y genotípica de cápsula 5 similar al encontrado en otros países y cápsula 8 fue bajo, por lo que se le considera a este patógeno importante desde el punto de vista clínico y sanitario.

18.4 Agradecimientos

El trabajo fue apoyado por el PROMEP, bajo el proyecto Variación genética de aislamientos de *S. aureus* MRSA obtenidos de vacas lecheras en unidades de producción familiar, ID 2582.

18.5 Referencias

- Boerlin, P., Kuhnert, P., Hüsey, D, Schaellibaum, M., (2003). Methods for identification of *Staphylococcus aureus* isolates in cases of bovine mastitis. *Journal Clinical Microbiology*, 41,767-771.
- Boutonnier, A., Nato, F., Bouvet, A., Lebrun, L., Audurier, D., Fournier, J.M., (1989). Direct Testing of Blood Cultures for Detection of the Serotype 5 and 8 Capsular Polysaccharides of *Staphylococcus aureus*. *Journal Clinical Microbiology*, 27,989-993.

Buzzola, F.R., Quelle, M.I., Gomez, M., Catalano, L., Steele-Moore, D., Berg, E., Gentilini, G., Sordelli, D.O., (2001). Genotypic analysis of *Staphylococcus aureus* from milk of dairy cows with mastitis in Argentina. *Epidemiology and Infection*, 126,445-452.

Cohen, G., (1977). *Microbiología y Biología molecular*. Barcelona, España: Colección Métodos.

Guidry, A.J., Bernin, L.M., Hambleton, C.N., (1994a). Opsonization of *Staphylococcus aureus* by bovine immunoglobulin isotypes, *Journal Dairy Science*, 76,1285-1289.

Karakawa, W.W., Fournier, J.M., Vann, W.F., Schneerson, R.S., Robbins, J.B., (1985). Method for the serological typing of the capsular polysaccharides of *Staphylococcus aureus*. *Journal Clinical Microbiology*, 22,445-447.

Kerro – Dego, O., Van Dijk, J.E., Nederbragt, H., (2002). Factors involved in the early pathogenesis of bovine *Staphylococcus aureus* mastitis with emphasis on bacterial adhesion and invasion: A review. *Veterinary Quarterly*, 24:181-198.

Manjarrez-López, A.M., Díaz-Zarco, S., Salazar-García, F., Valladares-Carranza, B., Gutiérrez-Castillo, A.C., Barbabosa-Pliego, A., Talavera-Rojas, M., Alonso-Fresán, M.U., Velázquez-Ordoñez, V. (2012). *Staphylococcus aureus* biotypes in cows presenting subclinical mastitis from family dairy herds in the Central-Eastern State of Mexico. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 3:265-274.

More, S. J., (2009). Global trends in milk quality: implications for the Irish dairy industry. *Irish Veterinary Journal*, 62,5-14.

O'Riordan, K., Lee, J.C., (2004). *Staphylococcus aureus* capsular polysaccharides. *Journal Clinical Microbiology Reviews*, 17,218–234

Poutrel, B., Gilbert, F.B., Lebrun, M., (1995). Effects of culture conditions on production of type 5 capsular polysaccharide by human and bovine *Staphylococcus aureus* strains. *Clinical Diagnostic Laboratory Immunology*, 2,166–171.

Risley, A.L., Loughman, A., Cywes-Bentley, C., Foster, T.J., Lee, J.C., (2007). Capsular Polysaccharide Masks Clumping Factor A–Mediated Adherence of *Staphylococcus aureus* to Fibrinogen and Platelets. *Journal Infectious Diseases*, 196,919–927.

Saidi, R., Khelef, D., Kaidi, R., (2013). Subclinical mastitis in cattle in Algeria: Frequency of occurrence and bacteriological isolate. *Journal South African Veterinary Association*. <http://dx.doi.org/10.4102/jsava.v84i1.929>

Seegers H, Fourichon C, Beaudeau F. (2003). Production effects related to mastitis economics in dairy cattle herds. *Journal Veterinary Research*, 34:475-491.

Smith, K., Gould, K.A., Ramage, G., Gemmell, C.G., Lang, S. (2010). Influence of Tigecycline on Expression of Virulence Factors in Biofilm-Associated Cells of Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus*. *Antimicrobial Agents Chemotherapy*, 54:380–387.

Sordelli, D.O., Buzzola, F.R., Gomez, M.I., Steele-Moore, L., Berg, D., Gentilini, E., Catalano, M., Reitz, A., Tollersrud, T. (2000). Capsule Expression by Bovine Isolates of *Staphylococcus aureus* from Argentina: Genetic and Epidemiologic Analyses. *Journal Clinical Microbiology*, 38:846–850.

Steel, R.G.D., Torrie, J.H., (1990). *Bioestadística: Principios y procedimientos*. México: McGraw-Hill.

Sutra., L, Rainard, P., Poutrel, B., (1990). Phagocytosis of Mastitis Isolates of *Staphylococcus aureus* and Expression of Type 5 Capsular Polysaccharide Are Influenced by Growth in the Presence of Milk. *Journal Clinical Microbiology*, 28, 2253-2258.

Tollersrud, T., Kenny, K., Caugant, D.A., Lund, A.(2000a). Characterisation of isolates of *Staphylococcus aureus* from acute, chronic and subclinical mastitis in cows in Norway. *Acta Pathologica, Microbiologica et Immunologica Scandinavica*, 108:565-572.

Velázquez-Ordoñez, V., Valladares-Carranza, B., Gutiérrez-Castillo, A.C., Talavera-Rojas, M., Pescador-Salas, N., Valdés, R.S., (2011). Milk production and Safety Food. In *Nutritional Insights and Food Safety*. Jaroslava Švarc-Gajić (Ed). USA: Nova Science Publishers, 335-359.

Verdier, I., Durand, G., Bes, M., Taylor, K.L., Lina, G., Vandenesch, F., Fattom, A.I., Etienne, J., (2007). Identification of the capsular polysaccharides in *Staphylococcus aureus* clinical isolates by PCR and agglutination tests. *Journal Clinical Microbiology*, 45, 725-729.

Watts, A.K., Wang, Q.P., Nicholson-Weller, A., Lee, J.C., (2005). *Staphylococcus aureus* strains that express serotype 5 or serotype 8 capsular polysaccharides differ in virulence. *Infection and immunology*, 73, 3502–3511.

Impacto Económico de la Agricultura Orgánica en comparativo con la Agricultura Tradicional en el cultivo del Maíz

Alicia de Luna, María García, Eduardo Rodríguez, Javier Vázquez y Eduardo Rodríguez

A. Luna, M. García, E. Rodríguez, J. Vázquez y E. Rodríguez
Universidad de Guadalajara. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Av. Enrique Díaz de León Sur, Americana, Guadalajara, Jalisco

dva20851@cucba.udg.mx

M.Ramos.,V.Aguilera.,(eds.) Ciencias Agropecuarias, Handbook -©ECORFAN- Valle de Santiago, Guanajuato, 2014.

Abstract

The loss of organic matter generates a deficiency of nutrients in the soil, which causes a decrease in the quality of products and low yields. Soil fertility is enriched with organic matter. Compost provides and improves the conditions of fertility, structure, texture, pH, and increases its water and nutrient retention capacity. The present work established the objective to perform an economic analysis of chemical and Organic fertilization in maize. It was held at the Borundas Ranch in Tototlán, Jalisco. Corn was planted using two treatments with three replications (three consecutive years), each treatment in an area of 5,000 m². For A treatment, fertilization each cycle was conducted with 400 kg of formula (18-46-00), 400 kg of urea and 50 kg of potassium chloride. For treatment B, based on soil analysis, first year were applied 20 tons of compost (Bokashi type with cattle manure) and 12 liters of fertilizer with trace elements (supermagro), second year 15 ton and 12 liters, and third year, 10 ton and 12 litres.

Main values of compost: CE 1.5 (1:1 Ds/cm), nitrates 30.5 mg/kg, phosphorus 300 mg/kg, potassium 10.32 mg/kg. Results and discussion. In the first year saved a 22.03% compared to chemical fertilization. For the second year, the savings was a 47.71% and in the third of 60.55%. Production remained at eight ton average for both treatments. With this change in the fertilization environment remains uncontaminated, takes care of the health of the producer and the consumer. As conclusions we have that the fertilization of corn in an organic context can maintain levels of harvest and protect and restore ecosystems, avoiding contamination.

19 Introducción

Con la agricultura el hombre inicio la alteración de los ecosistemas naturales vivientes, y que los insectos hongos bacterias y otros microorganismos han perdido su equilibrio en la naturaleza mediante la fertilización química para la obtención de la producción de maíz. El abuso en la adición de fertilizantes inorgánicos para aumentar la producción dañan tanto al suelo como al agua, ya que sus componentes son lixiviados a los mantos friáticos, contaminado el ambiente natural de la zona provocando serios daños ecológicos afectando las formas de vida y su hábitat, además los niveles altos de nitratos son tóxicos para la salud humana. Esta situación se puede corregir antes que sea demasiado tarde mediante la fertilización orgánica con composta y fertilizante foliar. De Luna y Vázquez (2009).La pérdida de materia orgánica genera una deficiencia de nutrientes en el suelo, lo cual causa disminución de la calidad de los productos y bajos rendimientos. Mediante la materia orgánica se enriquece la fertilidad del suelo. La composta proporciona y mejora las condiciones de fertilidad estructura, textura, pH, y aumenta su capacidad de retención de agua y nutrientes. Participa en el abonado, pues aporta nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio y azufre, pero su importancia radica en el contenido de micronutrientes. El principio básico es regresar al suelo todo lo que se le ha extraído, mediante el aprovechamiento de los residuos orgánicos de plantas y animales. Debido a la gran cantidad de microorganismos, la composta Bocashi muestra una intensa actividad biológica, lo cual se aprecia durante su elaboración cuando se presenta una alta velocidad de fermentación aeróbica.

Si bien es cierto que los contenidos totales de macroelementos son bajos en comparación con los fertilizantes químicos, la relación entre los elementos es balanceada y puede ser modificada de acuerdo a las proporciones y los elementos que el agricultor utilice en la elaboración y la calidad del proceso realizado (Restrepo, 1996).El objetivo del presente trabajo es el análisis económico de la fertilización química y orgánica en maíz.

19.1 Materiales y métodos

El trabajo fue realizado en el Rancho Borundas en Tototlán Jalisco.

La localidad se localiza al centro oriente de Jalisco, en las coordenadas 20°05'00" a los 20°38'15" de latitud norte y 102°39'00" a los 102°52'10" de longitud oeste; a una altura de 1,800 metros sobre el nivel del mar. El clima que predomina se clasifica en semi-seco con otoño e invierno semi-cálido, sin cambio térmico invernal bien definido. La temperatura media anual es de 20.1° C y tiene una precipitación media anual de 820.8 milímetros, con régimen de lluvias en los meses de junio a octubre. Los vientos dominantes son en dirección variable. El promedio de días con heladas al año es de 12.7.

El municipio colinda al norte con el municipio de Tepatitlán de Morelos; al este con los municipios de Tepatitlán de Morelos, Atotonilco el Alto y Ocotlán; al sur con los municipios de Ocotlán y Zapotlán del Rey; al oeste con los municipios de Zapotlán del Rey, Zapotlanejo y Tepatitlán de Morelos. Pertenece a la cuenca hidrológica Lerma-Chapala-Santiago, subcuenca río Verde Atotonilco. Sus principales arroyos son: Los Morales, El pícaro, La Peñuela, El Plan Zula, Las Raíces, Tepetates y pozo Blanco; también están el manantial La Caja de Agua; las presas: Garabatos, Coinan y San Isidro, además de bordos utilizados para riego y abrevaderos.

El territorio está conformado por terrenos que pertenecen al período cuaternario. La composición de los suelos es de tipos predominantes vertisolpélico y feozemháplico y luvisoléutrico. El municipio tiene una superficie territorial de 29,285 ha, de las cuales 9,842 son utilizadas con fines agrícolas, 15,043 en la actividad pecuaria, 2,100 son de uso forestal, 140 son suelo urbano y 2,160 hectáreas tienen otro uso. En lo que a la propiedad se refiere a una extensión de 18,566 hectáreas es privada y otra de 10,719 es ejidal, no existiendo propiedad comunal.

Donde por tres años consecutivos se sembró maíz, utilizando dos tratamientos con tres repeticiones, cada tratamiento tubo una superficie de 5,000m cuadrados. La elaboración de la composta

Materiales y equipo

500 Kg. de estiércol seco de bovino, 500 Kg. de residuos orgánicos secos y molidos (rastrojo, residuos de frutas y verduras), 4 kg de melaza, 2 kg de levadura para pan.
1000 litros de agua.

Preparación.

La preparación consistió en construir un "montón" a partir de capas paralelas de cada uno de los materiales, se aplicó el agua y la mezcla de melaza y levadura para humedecer sin provocar escurrimiento.

Durante los primeros tres días de la fermentación la temperatura de la composta tiende a subir a más de 80⁰ C, lo cual no debe permitirse. No es recomendable que la temperatura sobrepase los 50⁰ C. Para lograrlo, los primeros cuatro días se le dio dos vueltas a la mezcla (por la mañana y por la tarde).

A partir del cuarto día solo se le dio una vuelta al día. Entre los 12 y los 15 días la composta logró su maduración y su temperatura fue igual a la temperatura ambiente.

Los análisis realizados fueron: conductividad eléctrica, materia orgánica, pH, nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, manganeso, cobre zinc y boro.

Preparación del fertilizante foliar líquido orgánico mineral

Materiales y equipo.

50 Kg. de estiércol fresco de bovino, 9 litros de suero de leche, 9 litros de melaza, tambor de plástico oscuro con capacidad de 200 litros con tapa, 1 kg de sulfato de zinc, 1 kg de sulfato de magnesio, 300 g de sulfato de manganeso, 300 g de sulfato de cobre, 1 Kg de cloruro de calcio, 1 kg de ácido bórico, 50 g de sulfato de cobalto, 50 g de sulfato de hierro.

Preparación.

En un recipiente de 200 litros (plástico con tapa), se colocaron 50 Kg. de estiércol de bovino, 100 litros de agua, un litro de suero de leche y un litro de melaza disuelta en agua tibia. Revolvió bien y dejó fermentar por 3 días. Posteriormente, cada 3 días se disolvió cada uno de los minerales en agua tibia y se agregó un litro de suero de leche y un litro de melaza. Esta mezcla se agregó al fermentado anterior, revolviendo bien.

Después de haber agregado todas las sales, se completó el contenido del recipiente plástico con agua hasta 180 litros, se tapó y se dejó fermentar por 30 días. Los análisis realizados fueron: conductividad eléctrica, materia orgánica, pH, nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, manganeso, cobalto, hierro, cobre zinc y boro. La fecha de siembra se realizó la segunda semana de junio cuando el régimen de lluvia ya estaba establecido, la preparación del suelo consistió en un barbecho y dos pasos de rastra. La composta se adicionó con una esparcidora y con la rastra se incorporó al suelo, la siembra se llevó a cabo con una sembradora de precisión obteniendo 65,000 plantas por hectárea, la semilla utilizada fue mejorada, de las recomendadas para la región. El diseño experimental fue bloques al azar siendo dos tratamientos con tres repeticiones. Los resultados fueron analizados mediante ANOVA. Utilizando los procedimientos del paquete estadístico STATISCA 6.0, se hizo la comparación de medias con la prueba de Tukey, ($P < 0.05$).

Los parámetros directos a medir fueron:

Rendimiento/ha de grano

Costo de los tratamientos/ha

Los parámetros indirectos fueron:

Cantidad de minerales de la composta

Cantidad de minerales del fertilizante foliar

En el primer año para el tratamiento A, el suelo se preparó a principios de enero iniciando con un barbecho y dos pasos de rastra con lo cual se incorporó 20 toneladas de composta la siembra se realizó la última semana de mayo con una sembradora de precisión, se utilizó un híbrido de la región para obtener 65,000 plantas por hectárea, las plantas estuvieron a 15 centímetros entre planta y planta y una distancia de 80 cm entre surco y surco.

Posteriormente se utilizó un fertilizante foliar con oligoelementos aplicando 4 litros por hectárea haciendo tres aplicaciones durante el desarrollo del cultivo. Para el tratamiento B se fertilizó con 400 kg de fórmula (18-46-00), 400 kg de urea y 50 kg de cloruro de potasio esta cantidad de fertilizante es la que comúnmente es utilizada en la región.

Para el segundo año el tratamiento A fue igual al año anterior, lo único que cambio fue la cantidad de composta aplicada, en este año fueron 15 toneladas por hectárea y las mismas aplicaciones del fertilizante foliar. Para el tratamiento B fue la misma fertilización que el anterior ciclo.

En el tercer año la cantidad de composta aplicado fue de 10 toneladas por hectárea, y la misma cantidad de fertilizante foliar, manteniendo la misma fertilización para el tratamiento. Se controlaron plagas del suelo y del follaje conforme se fueron presentando para los dos tratamientos con sus respectivas repeticiones.

19.2 Resultados y discusión

En el primer año se ahorró un 22.03% con relación a la fertilización química. Para el segundo año, el ahorro fue de un 47.71% y en el tercero de 60.55%. Cuadro No 1 y grafico 1,2 y 3.

La producción se mantuvo en 8 toneladas promedio para los dos tratamientos. Con este cambio en la fertilización se mantiene el medio ambiente sin contaminar, se cuida la salud del productor y la del consumidor.

En un trabajo publicado por Escalante E. (1999), se menciona que para reducir los costos del fertilizante en maíz y al mismo tiempo reducir los problemas de desechos orgánicos, se puede utilizar composta de producción casera o industrial, que resultan excelentes para el desarrollo del cultivo

Tabla 19 Costos por hectárea de la fertilización en maíz en los tres años

PRIMER AÑO

Fertilizante Orgánico			Fertilizante Químico		
	Cantidad	Costo \$		Cantidad	Costo \$
Composta	5 Ton	6,000.00	Urea	400	3,520.00
Fertilizante foliar	12 litros	72.00	Formula	400	3,840.00
			Cloruro de potasio	50	420.00
TOTAL		6,072.00	TOTAL		7,780.00
DIFERENCIA 1,708.00					

SEGUNDO AÑO

Fertilizante Orgánico			Fertilizante Químico		
	Cantidad	Costo \$		Cantidad	Costo \$
Composta	15 Ton	4,500.00	Urea	300	3,520.00
Fertilizante foliar	12 litros	72.00	Formula	200	3,840.00
		4,572.00	Cloruro de potasio	50	420.00
TOTAL		4,572.00	TOTAL		7,780.00
DIFERENCIA 3,208.00					

TERCER AÑO

Fertilizante Orgánico			Fertilizante Químico		
	Cantidad	Costo \$		Cantidad	Costo \$
Composta	10 Ton	3,000.00	Urea	300	3,520.00
Fertilizante foliar	12 litros	72.00	Formula	200	3,840.00
			Cloruro de potasio	50	420.00
TOTAL		3.072	TOTAL		7,780.00
DIFERENCIA 4,708.00					

Tabla 19.1 Resultado del análisis de la composta y del fertilizante foliar

Determinaciones	Composta	Determinaciones	Fertilizante líquido
C.E. (1:1Ds/cm)	1.50		
pH (1:2 en agua)	7.27		
M.O. (%)	27.40		
Nitratos (mg/kg)	30.50	Nitrógeno total (mg/kg)	30.50
Fósforo (mg/kg)	300.00	Fósforo (mg/kg)	300.0
Potasio (mg/kg)	10,320	Potasio (ppm)	1,206
Calcio (mg/kg)	79.25	Sodio (ppm)	421
Magnesio (mg/kg)	1,200	Calcio (ppm)	1,276
Sodio (mg/kg)	22.98	Magnesio (ppm)	724
Cobre (mg/kg)	1.03	Cobre (ppm)	106
Hierro(mg/kg)	1.00	Zinc(ppm)	5,614
Manganeso (mg/kg)	31.69	Manganeso (ppm)	28
Zinc (mg/kg)	2.99	Hierro (ppm)	37
Boro (mg/kg)	4.38	pH	3.4
CO ₃	7.85		
SO ₄	10,000		

19.3 Conclusiones

La fertilización de maíz bajo un contexto orgánico puede mantener los niveles de cosecha y proteger y restaurar los ecosistemas, evitando la contaminación que puede resultar de la fertilización química, así como bajar los costos de producción.

19.4 Referencias

Álvarez, M.A.; Ggné y H. Antoun. 1995. Effect of compost on rhizospheremicroflora of the tomato and on the incidence of plant growth-promottingrhizobacteria. *Appl. Environ. ICROBIOL.* 61:194-9

De Luna, V, A; Vázquez, A, E. 2009 *Elaboración de Abonos Orgánicos.* Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad de Guadalajara., pp 4-12.

Escalante Estrada, Y.I.1996. Detección de enfermedades en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en la zona de riego en el valle de Chilpancingo, Gro. Primer Foro Estatal de Estudios sobre Guerrero, Chilpancingo Gro. P. 37

García, C.,R. 1996. Vermicomposta e inoculación micorrizica en maíz y cebolla cultivados en tepetate. Tesis Profesional. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, México., p103

Mathur,S.P., G. Owe, H. Dinel y M. Schnitze, 1993a. Determination of compost maturity. I Literature review. Biol. Agric. Hort. 10:65-86

Mathur,S.P., G. Owe, H. Dinel y M. Schnitze y J. Dugan 1993b. Determination of compost maturity. II Optica density of wáter extracts of compost as a reflection of maturity Literature review. Biol. Agric. Hort. 10:87-108

Restrepo Rivera Jairo. 1996. Abonos Orgánicos Fermentados. Experiencias de

Agricultores en Centroamérica y Brasil., pp 21-24

Selección genética de conejos gers

Omar Reyna, Juan Noguez, Diana Hernández, Gabriel Cortés

O. Reyna, J. Noguez, D. Hernandez, G. Cortés.
Universidad Politécnica de Francisco I Madero. Carretera Tepatepec-San Juan Tapa, Km 2. Francisco I Madero,
Hidalgo. C.P. 42660.
oreyna@upfim.edu.mx

M.Ramos.,V.Aguilera.,(eds.) Ciencias Agropecuarias, Handbook -©ECORFAN- Valle de Santiago, Guanajuato, 2014.

Abstract

The selection of specimen for breeding stock is an extremely important activity for the producers of rabbits, according to the National Institute of Statistics and Geography (INEGI by its name in Spanish) in Mexico there are at least 22,000 producers, the states of Mexico, Puebla and Hidalgo are the main ones. They have a need for the rabbit breeders to have a tool that helps them to choose the best specimen to increase the production and business profitability. Therefore, a research about the suitability to develop software that can perform these activities was done, and also to administer the specimen food consumption and the evolution of them in terms of weight gain and feed conversion in the case of the males; with the females the prolificacy and the ability to breed the young rabbits. After doing the research, a business plan was carried out to determine the economic feasibility and the return on the required investment to finance the project. Finally, a functional software prototype was developed with the purpose of piloting it directly with the rabbits' producers and to receive feedback.

20 Introducción

La Cunicultura en México

En los últimos años las diferentes dependencias e instituciones de educación así como organizaciones de cunicultores, han impulsado el crecimiento de la cunicultura como una actividad rentable y sustentable en el sector pecuario. Como ejemplo tenemos el primer congreso de cunicultura para las Américas promovido por el Colegio de Posgraduados (Texcoco, 1998), la Asociación Nacional de Cunicultores de México en el periodo 2002- 2009 ha promovido siete encuentros nacionales de cunicultura, los ciclos a nivel internacional de cunicultura empresarial promovidos por la Universidad Autónoma Chapingo, el congreso mundial de cunicultura promovido por la Asociación Científica Mundial de Cunicultura (Puebla, 2004), la integración del Comité Nacional del Sistema Producto Cunícola presidido por la SAGARPA (2003), los foros nacionales promovidos por empresas relacionadas con la actividad (Toluca, 2005; Texcoco, 2006; Morelia, 2008 y Tlaxcala 2009) y los encuentros estatales de cunicultores.

Los principales estados productores son: Puebla, Tlaxcala, Morelos, Distrito Federal, Oaxaca, Michoacán, Guanajuato, Querétaro, Hidalgo, Jalisco y Estado de México. Con unidades de producción dedicadas principalmente a la producción de carne.

La cunicultura en México se desarrolla en tres sistemas de producción:

Sistema familiar o de traspatio (80 % de la población animal). El número de animales oscila entre los 10 y 20 reproductores. La producción está destinada al autoconsumo, se carece de tecnificación; los animales son producidos a nivel de piso o en jaulas hechas con material no adecuado para la especie. La alimentación se basa en productos agrícolas y desperdicios de casa (pan, tortilla, cáscaras de fruta o verdura); no existe control sanitario alguno. No hay control productivo ni reproductivo.

Sistema semindustrial (15 % de la población). Se considera un mínimo de 50 hembras; se lleva un manejo reproductivo, productivo y sanitario controlado. En este sistema se pueden utilizar tecnología adaptadas a las condiciones de producción, aunque los resultados no sean los esperados. La alimentación que reciben se basa en alimento concentrado.

Su producción se comercializa, generalmente, por medio de intermediarios o de manera directa a clientes fijos (restaurantes, carnicerías), además se utiliza la venta al consumidor de manera directa.

Sistema industrial (5 % de la población). En este sistema se cuenta con un número de 100 a 200 o más hembras reproductoras; algunos productores utilizan inseminación artificial y manejo en bandas; el manejo reproductivo, productivo y sanitario es estricto. Se hace indispensable el uso de registros y la utilización de alimentos concentrados. La producción que se obtiene se destina principalmente a restaurantes y centros comerciales.

20.1 Genética y selección de conejos en México

En la mayoría de los sistemas de producción cunícula, no se cuenta con un sistema de registro de parámetros productivos para la selección de los posibles progenitores ni mucho menos con una base de datos para realizar la selección de las características deseables. El mejoramiento genético influye en la eficiencia y productividad de los sistemas de producción al aumentar el número de crías por parto y utilizar el alimento eficazmente, aumentar la producción de carne o permitir la adaptación de los animales a los diferentes sistemas de producción y condiciones ambientales.

El Mejoramiento Genético Animal (MGA) consiste en aplicar principios biológicos, económicos y matemáticos, con el fin de encontrar estrategias óptimas para aprovechar la variación genética existente en una especie de animales en particular para maximizar su mérito. Esto involucra tanto la variación genética entre los individuos de una raza, como la variación entre razas y cruza. El MGA involucra procesos de evaluación genética y difusión del material genético seleccionado, en los cuales se pueden usar tecnologías reproductivas artificiales tales como la inseminación artificial (AI), la ovulación múltiple y transferencia embrionaria (OMTE), la fertilización *in vitro* de embriones, así como el uso de marcadores de ADN.

La herramienta que más ha impactado el mejoramiento animal en el mundo es el control de producción. La medición objetiva de la producción de los animales sirve para hacer evaluaciones de los mismos para la selección, evaluar las razas y cruza, estimar los **parámetros** requeridos para los programas, medir aspectos económicos y optimizar el proceso (Montaldo y Barría, 1998).

Los rasgos cuantitativos son las características comercialmente importantes, tales como fertilidad, crecimiento y eficiencia alimenticia, producción de leche, resistencia a enfermedades, calidad de la canal. Los rasgos cualitativos incluyen la acción de pocos genes, mientras que los rasgos cuantitativos son influenciados por 10 pares de genes o más. Un ejemplo de un rasgo cualitativo es el color del pelo y el tipo de genes que ocupa el tipo de sangre. Por tanto, es más fácil seleccionar un animal por sus rasgos cualitativos que por sus rasgos cuantitativos.

Las dos herramientas primordiales del MGA son la selección (determinar **cuáles** individuos van a dejar descendencia) y los sistemas de apareamiento (determinar **cómo** los individuos seleccionados serán apareados) (Montaldo y Barría, 1998).

El éxito para el mejoramiento genético por medio de la selección está basado en la heredabilidad del rasgo o rasgos que serán seleccionados, así como por la relación genética entre los rasgos. La selección de líneas ha sido la principal estrategia de mejoramiento genético en conejos para carne. Las líneas paternas son seleccionadas por ganancia diaria pos - destete o peso a la edad de faena, ambas relacionadas con el índice de conversión.

Para las líneas maternas prevalece como criterio de selección el tamaño de la camada al nacimiento o al destete y, más recientemente, métodos indirectos como la tasa de ovulación (Antonini y Cordiviola, 2010).

La mejora genética del conejo se basa en nociones básicas relativamente sencillas, cuyo uso racional permite ciertas ganancias o, más concretamente, una mejor adecuación del material animal en el entorno de producción al que está destinado.

20.2 Selección de progenitores

Las aptitudes maternas de la hembra son complejas, por lo general se trabajan sobre dos grandes tipos: prolificidad y capacidad de criar a los gazapos, estos caracteres se verán sometidos a los efectos genéticos aditivos y a los efectos genéticos de interacción, lo que implica que el criador deberá disponer de una hembra resultante de dos cepas seleccionadas sobre sus aptitudes maternas.

Los caracteres elegidos para la selección de un macho se someten de manera reducida a los efectos genéticos de interacción, la etapa denominada de multiplicación en un esquema de selección de hembra no existe, por lo general, los seleccionadores constituyen sus familiares de base a partir de varias cepas y a continuación seleccionan en circuito cerrado para constituir una cepa que les sea propia. Los machos resultantes de esta cepa son directamente comercializados entre los criadores o centros de inseminación artificial (Tudela, 2006).

Las características en la fase de cría tienden a presentar mayores valores de heredabilidad que las relacionadas con la etapa de engorde, pues los índices de heredabilidad encontrados para los caracteres 'peso al sacrificio', 'peso de la canal' y 'rendimiento en canal' son bajos (menores de 0,11), por lo que su inclusión en un programa de selección tendría bajo impacto sobre el progreso genético (Vasquezet. al., 2007).

La evaluación de animales en base de datos de mediciones (fenotipo) y pedigrí para calcular los valores genéticos estimados (VGEs), siguen siendo la base del mejoramiento animal. Se esperan mejoras en los métodos para ponderar económicamente diferentes características para la selección y para maximizar la respuesta a los programas genéticos, controlando costos y consanguinidad con nuevas herramientas de análisis y optimización de problemas complejos y no-lineales como los algoritmos genéticos y la inteligencia artificial (Montaldo y Barría, 1998).

Objetivo

Diseñar, desarrollar y comercializar una aplicación informática en plataforma que almacene información de los parámetros productivos en una población de conejos permitiendo seleccionar a los mejores ejemplares, con el fin de mejorar la rentabilidad en las unidades de producción al agilizar la selección de los mejores ejemplares en líneas maternas y paternas, minimizando el margen de error que se pueda producir si se realiza de forma manual.

20.3 Metodología

En cuanto al trabajo global el plan de acción a seguir se muestra en la Tabla 20, ahí se especifica la actividad a realizar y la meta esperada.

Tabla 20 Plan de Acción de GERS

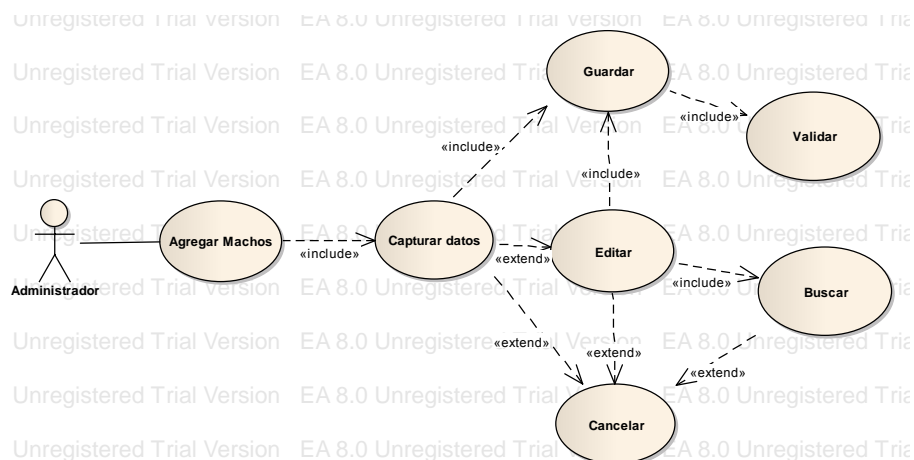
Actividad	Meta
Consultar a especialistas en el tema, realizar investigación documental y de campo	Evaluar la pertinencia del proyecto
Análisis del marco referencial, estado del arte, y requerimientos del sistema	Determinar los requerimientos de la aplicación basados en las necesidades de los productores y en opiniones de expertos en tema.
Planear las actividades a realizar para la creación del producto	Obtener un plan de desarrollo global del software.
Analizar las características de distintas herramientas de desarrollo de software en ambiente web y de administración de base de datos.	Determinar las herramientas a utilizar para el desarrollo de la aplicación
Diseñar el software requerido.	Generar el diseño de la base de datos, del flujo de datos e interfaces del software
Desarrollar un prototipo del software	Retroalimentar en análisis y diseño del sistema a partir de la evaluación de productores y expertos en el tema.
Efectuar Plan de negocios	Determinar la viabilidad financiera y funcional del producto

20.4 Metodología de Desarrollo

La metodología utilizada para llevar a cabo el software es la de prototipos en espiral ya que era necesario contar con una primera versión para poder ser evaluada por productores, investigadores y expertos en la producción de conejos y en la selección de ejemplares para pie de cría.

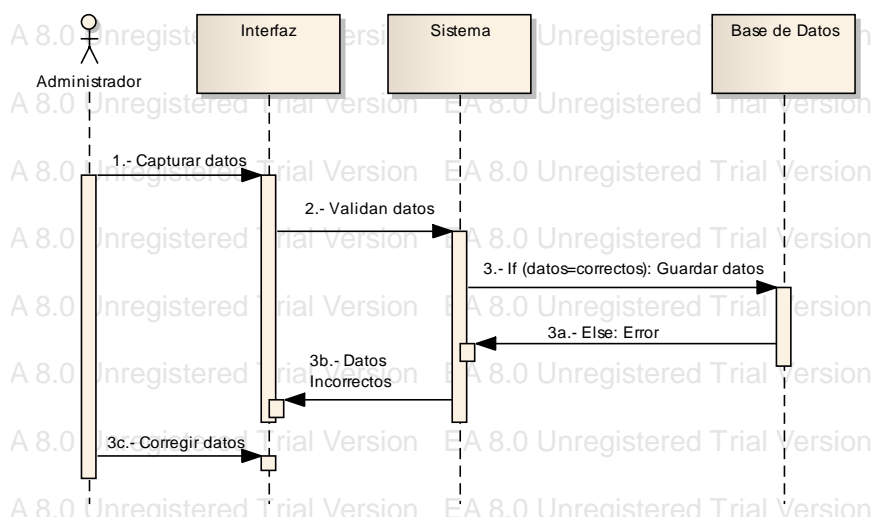
Las etapas que se realizaron para el desarrollo del prototipo fueron Definición de Alcances, Análisis de requerimientos y obtención de los requerimientos funcionales. Esto se realizó utilizando diagramas UML de Casos de Uso y Narrativas de Casos de Uso.

En la Figura 20 se muestra el diagrama de caso de uso para agregar un macho al software y en la Tabla 20.1 se muestra la narrativa de ese caso de uso.

Figura 20 Diagrama de Caso de Uso Agregar Machos**Tabla 20.1** Narrativa del Caso de Uso Agregar Macho

NOMBRE	CS- Agregar Macho
OBJETIVO	Poder registrarlos datos de un ejemplar macho.
PRECONDICIÓN	Tener los datos del ejemplar.
FLUJO NORMAL	<ol style="list-style-type: none"> 1. El Administrador captura los datos del ejemplar macho. 2. El administrador valida y guarda los datos del Ejemplar macho <<include>> CS-Guardar. 3. El Administrador puede editar los datos introducidos <<extends>> CS-Editar.
FLUJO ALTERNATIVO	<ol style="list-style-type: none"> 2a.- El administrador corrige lo datos 2b.- El administrador validan y guarda los datos 2c. El administrador cancela la captura de los datos <<extends>> CS-Cancelar.
POSTCONDICIÓN	Realizar consultas.

La siguiente etapa fue el diseño, tanto de la base de datos como del flujo de los mismos. El diseño de la base de datos se realizó en el modelo entidad relación y en el modelo relacional, para el flujo de datos se utilizaron diagramas de secuencia, en la Figura 2 se muestra el diagrama para agregar machos al software.

Figura 20.1 Diagrama Secuencia Agregar Machos

La última etapa fue el desarrollo de la base de datos, de la aplicación y la conexión entre ambas. Fue desarrollada utilizando software libre en su totalidad, ya que para la base de datos se utilizó el manejador MYSQL y para desarrollar la aplicación el lenguaje Java, esto tiene grandes ventajas las cuales se listan a continuación:

- Software de desarrollo libre de licencia
- Base de Datos y Aplicación se pueden desarrollar y funcionar bajo cualquier plataforma (distintos sistemas operativos, arquitecturas)
- La base de datos es centralizada pero con la capacidad de soportar varios clientes a la vez.
- La aplicación puede funcionar de manera local o distribuida sobre una red lan.

El GERS tiene un módulo de gestión, que permite al administrador controlar y administrar evaluadores, evaluaciones, conejos y generar respaldos de la base de datos para evitar pérdida de información. Las pruebas que se han realizado han sido funcionales de manera integral.

20.5 Resultados

Se creó un software diseñado para la evaluación de conejos a partir de sus características y así apoyar la mejora genética en las futuras crías. Se basa en la automatización de las evaluaciones de los conejos a partir de distintas características que el evaluador elige y decide a cuáles les dará mayor prioridad. Mantiene una base de datos a los conejos con las características evaluables y a partir de una selección de características a evaluar el sistema informa cuál es el mejor conejo acorde a la evaluación.

El GERS permite realizar la evaluación y selección no solo por las características, sino también de acuerdo al sexo ya que las características a evaluar pueden ser diferentes, como la fertilidad de las hembras.

Por ejemplo de un número determinado de conejos se puede determinar cuál es el o la mejor en cuanto a piel, o la mejor en cuanto a fertilidad. Se puede dar el resultado considerando solo el mejor o los mejores 10, 5 o los que requiera el evaluador. Esto puede apoyar entre otras cosas a mejorar la calidad de piel de las futuras crías, o mejorar el peso si eso es lo que se requiere. De igual manera el sistema permite tomar en cuenta para la evaluación y selección a más de un criterio, es decir una combinación de características, dejando al evaluador la decisión de a que elemento le da más prioridad.

Cuenta con un modulo que almacena y administra el historial de la alimentación de cada conejo lo cual es importante para evaluar la ganancia de peso del animal y la conversión alimenticia.

Las interfaces de GERS son amigables e intuitivas y permite un fácil manejo del mismo como se muestra en las siguientes figuras, cabe mencionar que solo se muestran algunas de las interfaces desarrolladas. En la Figura 3 se muestra la interfaz que se utiliza para capturar y administrar los datos de los conejos.

Figura 20.2 Interfaz para Administrar Machos

En la Figura 20.2. Se observa la interfaz que se utiliza para realizar la baja de algún ejemplar macho, la baja se puede dar por muerte o por venta regularmente.

Figura 20.3 Interfaz para Baja de Machos

Clave	motivo	fecha Sacrificio	Fecha Baja
2	sacrificio	2012-09-17	2012-09-18
3	gr	2012-09-11	2012-09-16
6	sacrificio	2012-09-17	2012-09-18
7	sacrificio	2012-09-17	2012-09-18
9	Sacrificado	2012-09-17	2012-09-18
11	Vendido		2012-09-17

La Figura muestra la pantalla que se ocupa para registrar y administrar los servicios de una hembra. Un servicio es un intento para que una hembra quede gestante.

Figura 20.4 Interfaz para Administrar Servicios de Hembras

The screenshot shows a web interface titled "SERVICIOS". At the top, there are two buttons: "Nuevo" and "Editar". Below these are four input fields: "Coneja:" (text), "Numero de Servicio:" (text), "Fecha:" (text with a calendar icon), and "Servicio Exitoso:" (dropdown menu with "Si" selected). To the right of these fields are two buttons: "Buscar" and "Actualizar". Below the input fields are two buttons: "Guardar" and "Cancelar". At the bottom right is a "Cerrar" button. On the right side of the form, there is a small image of a rabbit. Below the main form is a "Filtro:" section with a text input field and a "Limpiar" button.

Un elemento importante para los productores es la administración del peso de los ejemplares, ya que la ganancia de peso es una característica que se busca sobre todo en los machos. En la Figura 6 se muestra la interfaz con la que se lleva el control de las variaciones de peso en los ejemplares.

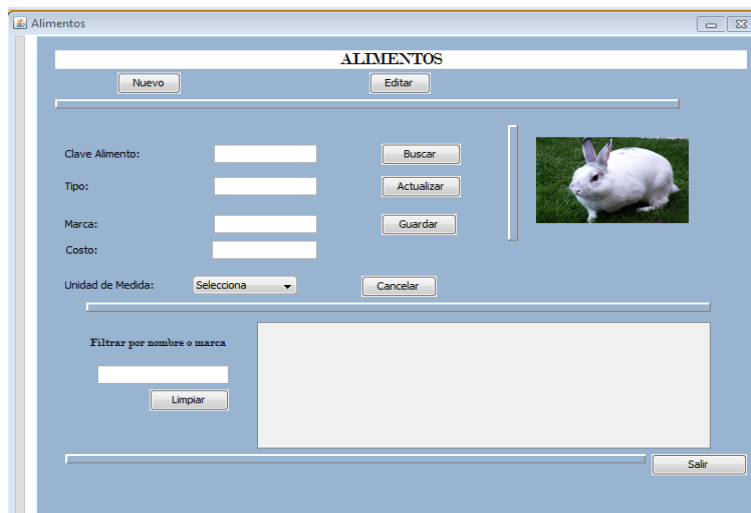
Figura 20.5 Interfaz para Administrar Pesos del Producto

The screenshot shows a web interface titled "CONSULTAR" within a window labeled "Reporte". At the top, there are four buttons: "Nuevo", "Editar", "Buscar", and "Actualizar". Below these are several input fields: "Clave:" (text, value: 2), "Peso Inicial:" (text, value: 250), "Peso Final:" (text, value: 300), "Ofrecido:" (text, value: 200), "Rechado:" (text, value: 50), "Consumo:" (text, value: 150), "Consumo Alimenticio:" (text, value: 150), "Conversion Alimenticia:" (text, value: 15), and "GPD:" (text, value: 10). To the right of these fields are two buttons: "Aceptar" and "Cancelar". On the right side of the form, there is a small image of a rabbit. Below the main form is a "Filtrar" section with a text input field and a "Limpiar" button. At the bottom right is a "Salir" button.

Conejo	Fecha	Tipo	Valor	Num. de Peso
2	2012-09-12	Nacimiento	200	1
2	2012-09-01	Pubertad	250	2
2	2012-09-05	otro	300	3

En la Figura se muestra la interfaz que se utiliza para registrar y administrar los alimentos que consumen los ejemplares y así poder tener control sobre el gasto realizado en ese rubro.

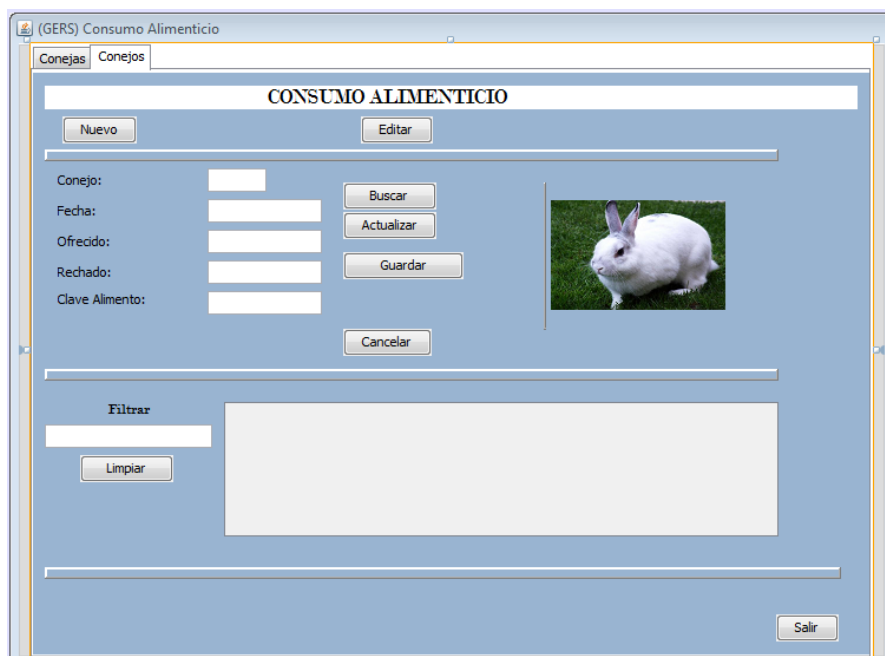
Figura 20.6 Interfaz para Administrar Alimentos que Consumen los Ejemplares



The screenshot shows a web application window titled 'Alimentos'. The main heading is 'ALIMENTOS'. At the top, there are 'Nuevo' and 'Editar' buttons. Below this, there are input fields for 'Clave Alimento:', 'Tipo:', 'Marca:', and 'Costo:'. To the right of these fields are buttons for 'Buscar', 'Actualizar', and 'Guardar'. Below the input fields is a 'Unidad de Medida:' dropdown menu with 'Selecciona' selected, and a 'Cancelar' button. On the right side, there is a small image of a white rabbit. At the bottom left, there is a 'Filtrar por nombre o marca' section with an input field and a 'Limpiar' button. At the bottom right, there is a 'Salir' button.

El consumo alimenticio de cada ejemplar debe administrarse para poder obtener la ganancia de peso, la interfaz que se ocupa para ese proceso se observa en la Figura 8

Figura 20.7 Interfaz para Administrar el Consumo de Alimentos de los Ejemplares



The screenshot shows a web application window titled '(GERS) Consumo Alimenticio'. The main heading is 'CONSUMO ALIMENTICIO'. At the top, there are 'Nuevo' and 'Editar' buttons. Below this, there are input fields for 'Conejo:', 'Fecha:', 'Ofrecido:', 'Rechado:', and 'Clave Alimento:'. To the right of these fields are buttons for 'Buscar', 'Actualizar', and 'Guardar'. Below the input fields is a 'Cancelar' button. On the right side, there is a small image of a white rabbit. At the bottom left, there is a 'Filtrar' section with an input field and a 'Limpiar' button. At the bottom right, there is a 'Salir' button.

La Figura presenta la interfaz utilizada para realizar la selección de conejos

Figura 20.8 Interfaz para Seleccionar Ejemplares

Características del Software

La aplicación fue desarrollada utilizando software libre en su totalidad, ya que para la base de datos se utilizó el manejador MySQL y para desarrollar la aplicación el lenguaje Java, esto tiene grandes ventajas las cuales se listan a continuación:

- Software de desarrollo libre de licencia
- Base de Datos y Aplicación se pueden desarrollar y funcionar bajo cualquier plataforma (distintos sistemas operativos, arquitecturas)
- La base de datos es centralizada pero con la capacidad de soportar varios clientes a la vez.
- La aplicación puede funcionar de manera local o distribuida sobre una red lan.

El GERS tiene un módulo de gestión, que permite al administrador controlar y administrar evaluadores, evaluaciones, conejos y generar respaldos de la base de datos para evitar pérdida de información.

20.6 Conclusiones y Trabajos a Futuro

GERS Permite seleccionar de manera automatizada a los mejores ejemplares al considerar los parámetros productivos de cada ejemplar de acuerdo a los requerimientos de los cunicultores. Es una aplicación con impacto en un número significativo de clientes potenciales ya que puede estar disponible en internet, teniendo la proyección de migrarlo a futuro a una plataforma móvil. Es un proyecto viable y rentable que en caso de implementarlo como una idea de negocio recupera su inversión en el corto plazo; este producto es innovador ya que no existe un software con características similares, intuitivo y con ambiente amigable.

Después de haber aplicado técnicas de presupuesto de capital, elaborado flujos de efectivo y estados financieros proforma, el valor presente neto del proyecto es viable de acuerdo a los criterios de decisión el proyecto vale más de lo que cuesta. Y se determinó a través del punto de equilibrio que se necesitan vender 30 licencias del software para absorber el total de costos y gastos. La proyección de los estados financieros proforma se efectuó a 5 periodos.

Trabajos a futuro

La tecnología con la cual fue desarrollado el GERS permite que se le puedan agregar más módulos y por otro lado también es factible migrarlo a una plataforma móvil, a continuación presentamos los principales trabajos planeados para fortalecer el GERS.

- Migrar la aplicación para que funcione vía internet e incluso bajo plataformas móviles.
- Desarrollar un módulo que administre costos de alimentación y manutención de los conejos.
- Consultar con un experto en genética que aporte elementos para que el GERS pueda incluso predecir las características de futuras crías.

20.7 Referencias

López, José (2010). Domine PHP y MYSQL. 2da Ed, Alfaomega Ra-ma

Pérez Cesar (2010), Mysql para Windows y Linux 2da Ed, Alfaomega Ra-ma

Montaldo V.H.H., N. Barría P. (1998). Mejoramiento genético de animales. Ciencia al día. No. 2. Vol. 1:

Tudela, F. (2006). Mejora Genética del conejo Importancia y Modos de reemplazos en una explotación cunícola. In: IV Ciclo Internacional de Conferencias en Cunicultura Empresarial. 4 de octubre. Chapingo México. P 143-153.

Ortega Castro Alfonso(2002), Introducción a las Finanzas 2da Ed, Mc. Graw Hill

Vázquez R., R. Martínez, C. Manrique y Y. Rodríguez. (2007). Evaluación genética del comportamiento productivo y reproductivo en núcleos de conejos de las razas Nueva Zelanda y Chinchilla. Revista Corpoica – Ciencia y Tecnología Agropecuaria 8: 69-74.

Situación actual de la comercialización de la producción de maíz y soya del municipio de Tekax, Yucatán

Jorge Cruz, Luis Báez y Arline Nic

J. Cruz, L. Báez y A. Nic
jorgeku3@hotmail.com

Universidad Tecnológica Regional del Sur México, Tablaje Catastral # 792 Vía del Ferrocarril Mérida – Peto. Tekax, Yucatán, México. C.P. 97970

M. Ramos., V. Aguilera., (eds.) Ciencias Agropecuarias, Handbook -©ECORFAN- Valle de Santiago, Guanajuato, 2014.

Abstract

Marketing is as important as the production stage, and may involve significant differences in profitability, particularly in the agricultural market where different influencing factors involved as intermediaries between producer and customer that make channel selection increase or decrease the value of products.

This project describes the current situation of the marketing chain of corn and soybeans Tekax Township, Yucatán where culture plays a key role, because many farmers to produce for personal consumption and other business as an option. The research that developed is not experimental, descriptive and transversal finding that is high participation of producers in the marketing chain, are satisfied with the factors involved in the process and found to have little access to information government marketing programs.

21 Introducción

El municipio de Tekax es uno de los 106 municipios que integran el estado mexicano de Yucatán, es conocido por su arquitectura, cultura, historia y tradiciones. Está ubicada en la zona sur del estado de Yucatán, a 120 kilómetros de la capital. La Población Económicamente Activa, de acuerdo con cifras al año 2010 presentadas por el INEGI, asciende a 40,547 habitantes según cédula de información municipal. Las actividades económicas representativas del municipio son la agricultura, ganadería y elaboración de artesanías, que constituyen la fuente principal de los ingresos económicos que permiten el sostenimiento de las familias de la región, los cuales a su vez dependen del canal de comercialización utilizado para la venta de sus productos.

En el caso de los productos agrícolas es importante recalcar que las utilidades obtenidas por el productor se encuentra estrechamente relacionada con el número de personas que interactúan en el proceso de venta, mientras menor sea el número de participantes, las utilidades deberían verse incrementadas, y que éstas tienden a disminuir conforme aumenta el número de involucrados en el proceso de venta. Lo anteriormente expuesto podría explicar porque a pesar de tanto esfuerzo realizado en las actividades del campo, la gente que se dedica a esto apenas pueden solventar a sus familias, lo que a su vez repercute en que las nuevas generaciones ya no quieran trabajar en este sector. Por lo tanto la comercialización de los productos agrícolas es un fenómeno económico que debería ser conocido en cada localidad ya que con base en los resultados obtenidos se podrían proponer alternativas para mejorar en forma sustantiva el canal de comercialización de acuerdo a las características propias de la región, debiéndose incrementar los ingresos económicos para el sector agrario y por ende influir de forma significativa en el desarrollo económico y social de la población, sin embargo son prácticamente inexistentes los estudios relacionados a su descripción.

Objetivo general

Analizar la Situación actual de la comercialización de los productos agrícolas del municipio de Tekax

Objetivos específicos

- Describir la participación de los productores en la cadena de comercialización.
- Analizar el grado de satisfacción en el proceso de la comercialización.

- Determinar la distribución de la producción de los agricultores en los canales de comercialización.

- Analizar la participación del gobierno en la comercialización de productos agrícolas.

El alcance e impacto del proyecto

Hipótesis.

- La participación de los productores en la cadena de comercialización determina la rentabilidad de sus productos.

- El productor está satisfecho con la comercialización de maíz y soya.

- La distribución del maíz y la soya depende de los intermediarios en los canales de comercialización.

- Los programas de gobierno son insuficientes para apoyar la comercialización de los productos agrícolas.

Alcance

A los principales productores e intermediarios de maíz y de soya del municipio de Tekax.

Limitaciones

Tiempo, recursos económicos, distancia entre comisarías.

El impacto del proyecto es económico-social

Este proyecto de investigación pretende describir la situación actual de la cadena de comercialización del maíz y la soya del municipio de Tekax, productos de donde obtienen ingresos económicos la gente del campo, los cuales influyen en la dinámica económica y social del municipio, ya que cuando se tienen recursos económicos hay trabajo y no se ven en la necesidad de migrar de sus lugares de origen, por lo tanto este trabajo pretende dejar un resultado que pudiera servir para mejorar la cadena de comercialización con lo que se vería beneficiado de manera directa los productores, de forma indirecta el municipio al disminuir la pobreza y también la Universidad Tecnológica Regional del Sur quien podría cumplir con su visión de ser una institución de educación superior, con un enfoque social que se vincula con la sociedad, siendo detonante del desarrollo del estado y el municipio donde se encuentra ubicado.

21.1 Marco teórico

“El sector agropecuario de la economía mexicana está integrado por cuatro ramas económicas: agricultura, ganadería, silvicultura y pesca”. (Méndez, 2008).

El cultivo de la tierra tiene por esencia obtener productos agrícolas que se requieren para satisfacer las necesidades humanas.

De acuerdo con Méndez (2008) “las actividades principales de la agricultura son: a) preparación del terreno; b) limpieza del terreno; c) roturación; d) siembra; e) beneficio o labores de cultivo; f) cosecha; g) transporte, y h) almacenamiento”.

En esta investigación se enfatizó en la rama de la agricultura, de manera específica en el cultivo de maíz y la soya, el cual tiene profundas raíces en la historia de nuestra agricultura y ha sido el elemento fundamental para la definición de la política de desarrollo socioeconómico del país.

Según Echeverría (2003) “cada tres hectáreas cultivadas en el país correspondió al maíz; el 91% de la producción fue de maíz blanco, destinada al consumo humano. Sinaloa y Jalisco aportan la tercera parte de la producción nacional. México es autosuficiente en la producción de maíz blanco para consumo humano, pero importa más de 9.4 millones de toneladas de maíz amarillo para el sector pecuario. En 2012, a nivel nacional se cultivaron 7,372,218 hectáreas, y se obtuvieron 22,069,54 toneladas de grano”. Siguiendo con este autor también menciona que “en México el desarrollo agrícola alcanzado, se debe entre otros factores al nivel de mecanización, por un lado, la agricultura empresarial del norte de la república contrasta con la agricultura de subsistencia del sureste del país en donde el uso de la mano de obra es aún determinante para el logro de las cosechas”. De esta manera se tiene el dato de “que las áreas mecanizadas de Yucatán se ubican en el sur, donde se localiza la mayor parte de los municipios que componen la zona, pero la mayor superficie compacta se concentra en los municipios de Tekax, Oxkutzcab, Tzucacab y Peto.

En un estudio realizado por Rodríguez (1989) se estratificó a los productores del maíz de acuerdo a la superficie sembrada y a la mano de obra empleada; se encontró un 72% en la categoría de campesinos, un 20% en la de productores transicionales y un 7.8% como empresarios. De lo anterior se dedujo que la mayor parte de los productores de maíz emplean principalmente mano de obra familiar, cuentan con tierras de baja calidad, no aptas para el cultivo, en donde el maíz no expresa su máximo potencial.

La economía juega un papel importante en la dinámica comercial de los productos agrícolas por la importancia del valor nutritivo del maíz y la soya en la alimentación de los mexicanos y por ser el maíz el principal producto de mayor consumo, donde la cultura juega un papel fundamental en su producción debido a que muchos productores lo hacen para consumo personal y no lo visualizan como una opción de negocios. En este sentido Méndez (2008) menciona que “la producción agropecuaria en el país es insuficiente para satisfacer las necesidades de los mexicanos, además de que no destina al mercado interno, por lo que la paradoja de que vendemos al extranjero frutas, mariscos, atún, hortalizas y girasol, productos de alto valor nutritivo y compramos maíz y frijol”. La comercialización de productos agropecuarios es una etapa tan importante como la producción, y en muchos casos puede implicar diferencias significativas en la rentabilidad de la actividad.

En un folleto de la dirección regional peninsular (ASERCA), dice, que en la actualidad existen dependencias de gobierno que apoyan la comercialización de productos agrícolas, siendo la secretaria de agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación (SAGARPA) institución que tiene a su cargo una agencia de servicios a la comercialización y desarrollo de mercados agropecuarios (ASERCA).

Esta agencia tiene la responsabilidad de acuerdo al componente de promoción comercial y fomento a las exportaciones de elaborar proyectos encaminados a apoyar y potenciar al sector agroalimentario mediante estrategias para el posicionamiento y/o inserción efectiva de productos en los mercados nacional y/o internacional; el aumento al valor y volúmenes de los productos a comercializar; la diversificación de los mercados y el progreso de los canales de comercialización incluidos transformación, distribución y adicionalmente coadyuvar con acciones para el fomento a las exportaciones.

Mankiw (2008) define a la comercialización como “la planificación y control de los bienes y servicios para favorecer el desarrollo adecuado del producto y asegurar que el producto solicitado se encuentre en el lugar, en el momento, al precio y en la cantidad requeridos, garantizando así unas ventas rentables”. También es definida como “el desarrollo de todas aquellas actividades involucradas en el flujo de bienes y servicios, desde la producción pecuaria inicial hasta el punto en que los productos se encuentren en manos del consumidor final”, por Aguilar (2008). Por lo tanto el mercado de la comercialización agropecuaria se comporta de acuerdo a la oferta y la demanda en el que influyen diferentes factores como la renta de la tierra para el desarrollo de esta actividad, los apoyos que proporciona el gobierno con el fin de mejorar las condiciones de los agricultores para que sus precios puedan ser competitivos en el mercado al impulsar el desarrollo regional y hacer funcional la interacción de estos actores en la dinámica comercial, otra cuestión es la afectación del clima al campo agrícola además de las plagas que contribuyen a obtener una baja producción, es entre esos factores que se involucra la comercialización de los productos que intervienen como intermediarios entre el productor y el cliente y que hacen que de acuerdo al canal el productor seleccione incrementar o disminuir el valor de los productos.

Según Salvatore(2009) “la oferta del mercado u oferta agregada de un satisfactor proporciona las diferentes cantidades del satisfactor que ofrecen a diversos precios todos los productores de este en el mercado en un periodo determinado. La oferta del mercado de un satisfactor depende de todos los factores que determinan la oferta del productos individual y además, del número de productores del satisfactor en el mercado”.

Méndez (2007) dice que “la oferta es la cantidad de mercancías que pueden ser vendidas a los diferentes precios del mercado por un individuo o por el conjunto de individuos de la sociedad. Es por eso que se habla de oferta individual y oferta total”, por lo tanto Parkin (2007) dice “si los demás factores permanecen constantes cuanto más altos sea el precio un bien, mayor será la cantidad ofrecida de dicho bien; y mientras menor sea el precio de un bien, menor será la cantidad”.

Según Salvatore (2009) “la demanda es la cantidad de un satisfactor que una persona desea comprar en un periodo determinado es una función del precio del satisfactor, o depende de este, del ingreso monetario de la persona, del precio de otros satisfactores y de los gustos de la persona. Al variar el precio del satisfactor en cuestión, pero manteniendo constantes el ingreso de la persona y sus gustos, así como el precio de otros satisfactores (el supuesto de ceterisparibus), se obtiene la tabla de la demanda individual del satisfactor”.

Para Méndez (2007) “la demanda es la cantidad de mercancías que pueden ser compradas a los diferentes precios por un individuo o por el conjunto de individuos de una sociedad. Es por ello que hablamos de demanda individual y demanda total.

Parkin (2007), citado por Dias (2013) dice “la ley de la demanda establece que si los demás factores permanecen constantes, cuanto más alto sea el precio de un bien, menor es la cantidad demandada; y mientras menor sea el precio de un bien, mayor es la cantidad demandada”.

En consecuencia para que los productos se desplacen es necesario que sea a través de canales de comercialización los que pueden ser considerados según Stern, et al (2001) como “conjuntos de organizaciones interdependientes que intervienen en el proceso por el cual un producto o servicio está disponible para el consumo”.

Los consumidores, ya sean individuos o empresas, saben muy bien que el mercado les brinda literalmente miles de bienes y servicios por medio de una enorme cantidad de establecimientos de distribución.

Pero quizá no sepan que la estructura del canal de distribución, esto es el conjunto de instituciones, entidades y establecimientos que los productos atraviesan hasta llegar hasta ellos puede ser enormemente complejo. Por lo general, las entidades especializadas en la producción, en la venta mayorista y al por menor y en muchas otras áreas conjugan sus esfuerzos para organizar canales de marketing que permitan el suministro de bienes a sus clientes, ya sean individuos o empresas, y a los consumidores finales.

Existen tipos comercialización como: Rovayo (2008), citado por Dias (2013) dice que “el consumo interno o micro comercialización, es hacer llegar los bienes y/o servicios desde el productor/consumidor o desde el mercado/consumidor esta distribución puede llegar a ser directa o indirecta con el fin de que la clientela los compre, es decir que se dedica a la venta de productos y servicios al usuario final”

Por lo tanto se presenta en un mercado donde los productos llegaran directamente al consumidor ya sea a través de un canal directo productor-consumidor o a través de una relación indirecta que incluirá a los diversos intermediarios como son los mayoristas, minoristas, comisionistas o detallistas. Por consiguiente De Castro (2004) dice “que las organizaciones que forman el canal se denominan intermediarios, esto son empresas de distribución situadas entre el productor y el consumidor final”. Según Ugarte (2001) citado por Canché (2002) “es la ejecución de actividades que tratan de cumplir los objetivos de una organización previendo las necesidades del cliente y estableciendo entre el productor y el cliente una corriente de bienes y servicios que satisfacen las necesidades. (se aplica igualmente a organizaciones con o sin fines de lucro)”

Las actividades del mayorista a veces no se toman muy en cuenta, porque son pocas las personas que pueden visitar varias empresas y observar cómo operan los minoristas.

Según Stern, et al, (2001), “la venta mayorista consiste en las actividades de las personas o establecimientos que venden a los minoristas y a otros comerciantes y/o usuarios industriales, institucionales o comerciales, pero que no venden cantidades significativas de artículos a los consumidores finales”. Las funciones de los mayoristas se concentran en las tareas de coordinación de la producción y el consumo, o de combinar las diferentes demandas de surtido que existen en diversos niveles dentro de la distribución. Por lo tanto los fabricantes, los mayoristas y los minoristas, así como otros integrantes de los canales de distribución, se integran en estos para desempeñar una o más de las funciones generales siguientes: mantener inventarios; generar demanda, o ventas; distribuir físicamente los productos; proporcionar servicios de posventa y otorgar crédito a los clientes.

Cuando el fabricante hace llegar sus productos a los usuarios finales, debe asumir todas estas funciones o delegar algunas de ellas o todas en los intermediarios del canal de distribución. Estos intermediarios generan valores de forma, lugar, tiempo o propiedad al unir a compradores y vendedores. Mientras que los nombres de los actores han cambiado, las funciones realizadas por los intermediarios del canal siguen siendo en esencia las mismas ayudado a los canales: creando utilidad al contribuir a la eficiencia de los contactos, facilitan el establecimiento de rutinas, simplifican la clasificación y minimizan la incertidumbre en los canales de mercadotecnia (CRCM).

Los consumidores, ya sean individuos o empresas, saben muy bien que el mercado les brinda literalmente de miles de bienes y servicios por medio de una enorme cantidad de establecimientos de distribución. Pero quizá no sepan que la estructura de canal de distribución, esto es el conjunto de instituciones, entidades y establecimientos que los productos atraviesan hasta llegar hasta ellos puede ser enormemente complejo.

Por lo general, las entidades especializadas en la producción, en la venta mayorista y al por menor y en muchas otras áreas conjugan sus esfuerzos para organizar canales de marketing que permitan el suministro de bienes a sus clientes, ya sean individuos o empresas, y a los consumidores finales. Por otra parte el consumo externo o Macro Comercialización según Uribe (2008), citado por Dias (2013) “una exportación es un bien o servicio que se ha enviado a otra parte del mundo con fines comerciales, el envío puede concretarse por distintas vías de transporte, ya sea terrestre, marítimo o aéreo e incluso puede tratarse de una exportación de servicios que no implique el envío de algo físico, es decir simplemente vender fuera de las fronteras, pero todo patrono que cotidianamente trabaja para producir, administrar y vender sus productos al mejor precio por lo que es beneficiado solo con la aceptación del producto en el mercado externo”.

Este tipo de comercialización se da con el fin de regular el ambiente económico la oferta y demanda de los productos por medio de las exportaciones e importaciones que van a contribuir a obtener precios accesibles para la mayoría de la población al considerarse productos básicos para el consumo

21.2 Método

De acuerdo a la clasificación de Hernández, Fernández y Baptista (2006) la investigación que se desarrolló es no experimental porque se observó situaciones existentes en el campo, descriptiva porque utilizó el método de análisis al caracterizar la situación actual de la comercialización y transversal porque se recolectó datos una sola vez al grupo de comisarios ejidales.

Población y muestra

La población está integrada por 43 comisarías, 32 se dedican solamente al maíz, 10 al maíz y soya y uno a la soya.

Instrumento

El instrumento de investigación midió la situación actual de la comercialización de la producción de maíz y soya del municipio de Tekax, el cual consistió en un cuestionario de 53 preguntas:

- 16 dicotómicas, escala de medición nominal;

- 8 de escala Likert escala de medición de intervalo;
- 20 de opción múltiple, escala de medición nominal; y
- 9 preguntas abiertas

21.3 Resultados y Discusión

Describir la participación de los productores en la cadena de comercialización.

El 39% de los agricultores realiza la cosecha por sí misma y el 60.5% lo lleva a cabo en conjunto con otras personas.

El número de personas que ayudan al agricultor cuando cosecha se encuentra dividido en familiares y amigos, donde el segmento representativo son los familiares con un 92.6% y los amigos con un 7.4%

El promedio de personas que ayudan a los agricultores son de 1 a 4 personas que representan al 46.2% de los encuestados, en donde le sigue el grupo de 5-9 personas con el 26.9% y el grupo de 10 a 15 personas representan igualdad proporcional de 26.9%.

El 92.6% de los agricultores utiliza el sistema de pago por jornada diaria y el 7.4% por obra terminada.

El 16.7% de los agricultores de maíz vende sus productos a los mayoristas, el 2.4% a los detallistas, el 66.7% al consumidor final, el 7.1% a mayoristas y minoristas, el 2.4% a los mayoristas y consumidor final, el 2.4% al minorista y consumidor y el 2.4% a todos los intermediarios anteriores.

El 54.5% de los agricultores de soya le venden a los intermediarios mayoristas y el 45.5% al consumidor final. El 9.5% de los agricultores de maíz da a conocer su producto a través de la divulgación propia, el 4.8% a través de asociaciones de productores, el 7.1% visita a los intermediarios, el 73.8% visita al consumidor final y el 4.8% da a conocer su producto en todos los medios anteriores. El 9.1% de los agricultores de soya da a conocer su producto a través de divulgación propia, el 9.1% a través de asociaciones de productores, el 36.4% visita a los intermediarios y el 45.5% da a conocer su producto en todos los medios anteriores.

El 9.5% de los agricultores de maíz establece la venta de su producto por contacto del comprador, el 85.7% de ellos realiza la venta por que el productor hace contacto con el comprador y el 4.8% de ellos realiza la venta en ambas formas.

El 9.1% de los agricultores de soya establece la venta por contacto del comprador con el productor y el 90.9% de los agricultores por contacto del productor al comprador. El 88.1% de los agricultores determina el precio que se paga por el producto, el 4.8% permite que el precio lo determine el vendedor, el 4.8% se establece por las condiciones de la oferta y la demanda del mercado y el 2.4% se determina entre productores y compradores por regateo.

El 100% de los agricultores encuestados determinaron que el precio que se paga por la producción de soya lo determina el comprador. El 2.3% de los productores transporta su producción en triciclo, el 9.3% en camioneta, el 11.6% en camión y el 76.7% transporta su producto pagando flete. El 86% no requiere de la ayuda de mano de obra mientras que el 14% de los productores si la requieren, de este porcentaje, el 100% de las personas que ayudan a los productores a transportar sus productos a los intermediarios reciben alguna remuneración, del mencionado 14% también se encontró que el 50% de los agricultores requiere de 1 a 2 personas que le ayuden en el traslado de sus productos, mientras que el otro 50% requiere de 3 a 4 personas.

El 18.6% de los productores vende sus productos a otros mercados que no son sus clientes habituales, mientras que el 81.4% es fiel a sus clientes normales.

El 76.7% de los agricultores ofrece su producto a las granjas, el 2.3% a los molineros, el 2.3% a las tienditas de la esquina y el 16.3% a la unión de ejidos. El 79.1% de los agricultores ha pensado vender su producto directamente a las empresas que elaboran otro producto utilizando el canal directo y el 20.9% no considera importante venderle a las empresas grandes.

Cuando existe una sobreoferta de los productos de soya el 97.7% de los productores se lo ofrece a la hidrogenadora y el 2.3 realiza distintas actividades para desplazar el producto.

Analizar el grado de satisfacción en el proceso de la comercialización.

La mayoría (92.9%) opinaron que están motivados con la producción de maíz, además el 83.3% contestaron que están de acuerdo con el precio de venta.

La totalidad de los productores de soya revelaron que están motivados con el precio de venta establecido.

El 67.4% de los entrevistados no están de acuerdo con la infraestructura con la que cuenta actualmente, ya que de acuerdo a la opinión del 51.2% consideran que dicha infraestructura y tecnología es improductiva. El 62.8% de los encuestados contestó que reciben ayuda de otras personas para cosechar, la cual tiene un costo económico para ellos. En cuanto al apoyo financiero para la comercialización de sus productos el 58% respondió que no cuenta con él y el 42% declaró contar con dicho apoyo financiero, de este porcentaje, el 56% lo obtiene del gobierno y el 44% de los bancos privados. En este sentido el 81% de los productores considera que contar con apoyo financiero para comercializar sus productos podría beneficiarlos, mientras que el 19% piensa lo contrario.

El 81% de los encuestados no vende a otros mercados que no sean sus clientes habituales y el 19% si lo hace, debido principalmente a que el precio de venta es mayor que con sus clientes frecuentes. De este último porcentaje, al 63% le ha resultado vender bien en otros mercados y el porcentaje restante del 38% considera que le ha ido regular.

Determinar la distribución de la producción de los agricultores en los canales de comercialización.

El 28.6% de los agricultores de maíz venden la mayor cantidad de su producto a los mayoristas y el 71.4% al consumidor final.

La venta a personas locales se da en los siguientes rangos: el 4.8% de los productores entre 1% al 25%, el 4.8% vende entre 26% al 50%, el 4.8% entre 51% al 75%, y el 85.6% entre 76% al 100%.

El 78.6% de los entrevistados manifestaron que su precio de venta de maíz se da entre \$2 a \$3.50.

Del 100% de los entrevistados que producen soya, el 45.5 % vende a mayoristas y el 54.5 % al consumidor final.

El 63.6% de los productores manifestaron que el precio de venta de soya es de \$5.01 a \$6.50.

Analizar la participación del gobierno en la comercialización de productos agrícolas. El 60.5% manifiesta no estar de acuerdo con la información que el gobierno proporciona acerca de los programas de apoyo para mejorar la comercialización de los productos, mientras que el porcentaje restante declara estar de acuerdo.

El 65% de los entrevistados afirma no contar con información en su comunidad acerca de los intermediarios que operan en el mercado, mientras que el 35% dijo conocer este dato, de este porcentaje, el 80% obtiene dicha información del gobierno y el 20% de agrupaciones de productores. El 86% de los productores considera que tener alguna plática sobre cómo mejorar su producción le ayudaría, mientras que el 14% no cree que sea así.

21.4 Conclusiones

Canales de comercialización.

Generales

El 19% de los encuestados vende a otros mercados que no son sus clientes habituales, esto es porque el precio de venta que obtienen es mayor que con sus clientes frecuentes, siendo que al 63% le ha resultado vender bien en otros mercados y el porcentaje restante del 38% considera que le ha ido regular. Con respecto a si conocen a los agentes comerciales de la localidad el 30% declaró que si los conoce, siendo estos, las tiendas y las tortillerías y el 70% dice que no los conoce. El 79% de los productores ha pensado en vender su producto directamente a las empresas que elaboran otro producto debido a que consideran que pagarían a un mejor precio.

El 98% de los productores manifiestan no conocer las necesidades del mercado al cual ofrecen sus productos.

Comercialización del maíz

El 78.6% de los entrevistados manifestaron que el precio de venta del maíz se da entre \$ 2 a \$3.50. En este sentido el 88.1% declaró que el precio que se le paga por su producción de maíz lo determina el comprador, al igual que el 83.3% manifestaron estar de acuerdo con el precio que recibe por la venta de su maíz y por último el 92.9% opina que están motivados a seguir produciendo maíz.

Comercialización de la soya

La totalidad de los productores de soya venden de manera local, 54.5% a los intermediarios mayoristas y el 45.5% al consumidor final. El 63.6% manifestó que el precio de venta de soya es de \$5.01 a \$6.50, el cual es determinado por el comprador, con relación a este precio la totalidad de los productores de soya declaran estar de acuerdo y motivados para seguir produciendo.

b) Percepción de los productores acerca de los intermediarios.

El 58% de los productores opinan que los intermediarios compran la producción a precios bajos. El 77% de los productores no ofrecen su producto al mismo intermediario y el 23% si lo hace, debido a que les ofrecen un mejor precio. El motivo principal por el que cambiarían de intermediario fue si les ofrecerían un mejor precio de compra con un porcentaje de 42%

c) Costos de los productores

En cuanto al apoyo financiero para la comercialización de sus productos el 58% respondió que no cuenta con algún tipo de apoyo financiero, contrario al 42% que si tiene, de este porcentaje, el 56% lo obtiene del gobierno y el 44% de los bancos privados.

En este punto el 81% de los productores considera que tener acceso a algún apoyo financiero para comercializar sus productos podría beneficiarlos, mientras que el 19% piensa que lo contrario.

Para conocer la forma de pago al que recurren los agricultores en el tiempo de cosecha se determinó que la mayoría, (93%) lo hace por jornada diaria y el 7% por obra terminada. El precio que los agricultores pagan a quienes los ayudan en tiempos de cosecha se da de la siguiente manera: el 20% de los encuestados paga \$120 pesos, el 48% paga \$130 pesos, el 20% proporciona un pago de \$100 y el 12% paga \$150 pesos. El 86% de los entrevistados no requiere de mano de obra que le ayude a llevar su producto a los vendedores mientras que el 14% reciben ayuda de hasta cuatro personas para trasladar sus productos pagando por dicha ayuda hasta \$900.00 pesos. Además de este costo se añade el flete, el cual es utilizado por tres de cada cuatro productores para transportar sus productos donde la mitad de los entrevistados pagan por este concepto entre \$ 100 hasta \$ 500.00 y la otra mitad de \$501 hasta \$6 000.00. El 53.5% de los productores de maíz reinvierten toda su venta mientras que el 18% de los productores de soya reinvierten la totalidad de su venta.

El 19% de los agricultores de maíz vende su producto el mismo día que lo cosecha, el 2.4% vende el producto un día después, el 38.1% lo vende en una semana, el 7.1% lo vende en el transcurso de 15 días y el 33.3% en un mes.

El 100% de los agricultores de soya venden su producto el mismo día que lo cosecha.

El 90.7% de los agricultores almacena sus productos y el 9.3% no lo almacena. De los productores que almacenan su producción, el 48.7% utiliza una bodega y el 51.3% lo guarda su casa.

21.5 Recomendaciones

Queda para futuros estudios o proyectos el análisis de estos resultados para proponer alternativas que mejoren los canales de comercialización de los productores de maíz y soya del municipio de Tekax, Yucatán sobre todo en lo que concierne a la información que proporciona el sector público (gobierno) acerca de las necesidades que tienen los compradores que intervienen en el proceso de comercialización de estos productos, información que podría ser a través de otras instancias como la asociación de productores.

21.6 Referencias

Aguilar (2008) *Tratado para administrar los agro negocios*, 6ª edición, Ed. Limusa, México.

Caicedo, Toromoreno (2010) *Canales y márgenes brutos de comercialización de algunos productos que se expenden en el mercado mayorista de la ciudad de Ibarra.*, Tesis de ingeniero agropecuario , Universidad Técnica del Norte, Ibarra Ecuador.

Canché (2002) *Características de la comercialización de la carne de cerdo en Mérida Yucatán, memoria de residencia profesional*, Instituto Tecnológico Agropecuario No.2., Conkal, Yucatán, México

De Castro (2004) *Distribución comercial*, 3ª Edición, Ed. McGrawHill, España, ISBN 84-481-4074-5

Días(2013) *Producción, comercialización y rentabilidad de la naranja (citrus Aurantium) y su relación con su economía del cantón la mana y su zona de influencia*, 2011, tesis de grado de ingeniería, Universidad Técnica de Cotopaxi. Ecuador.

Echeverría (2003) *Planeación y operación de la mecanización en el cultivo de maíz de Yucatán*, revista Inifap 2012, Mexico , p.6

Hernández, Fernández y Baptista (2006), *Metodología de la investigación*, 5ª edición, Ed. McGrawHill, México.

INEGI (2010) *Anuario estadístico del estado de Yucatán, Aguascalientes, Ags.*, INEGI-Gobierno del Estado de Yucatán.

Intermediarios “machetean” aquí el precio del maíz, admite CNC (2014,24 de junio). Por Esto, pag. 2 sección local.

Méndez (2007) *Problemas económicos de México*, 5ª edición, Ed. McGrawHill , México.

Méndez (2008) *Problemas económicos de México*, 6ª edición, Ed. McGrawHill, México

Parkin (2007) *Macroeconomía*, 7ª edición, Ed. Pearson, México

Rodríguez (1989) *Empresarios agrícolas y campesinos, productores contrarrestantes en Oaxaca*. Economía Mexicana.

Salvatore (2009) *Microeconomía*, 4ª Edición, Ed. McGrawHill, México, ISBN 13: 978-970-6939-4

Stern, Ansary, Coughlan y Cruz (2001), *Canales de comercialización*, 5ª edición, Ed. Prentice Hall, España, ISBN 84-8322-037-01.

Sustentabilidad de los invernaderos ubicados en los municipios de Chilcuautla, El arenal e Ixmiquilpan, Hidalgo

Diana Hernández, Zoraida Blancas y Carlos Mejía

D. Hernández, Z. Blancas y C. Mejía

Universidad Politécnica de Francisco I. Madero. Tepatepec, Hidalgo, México. C.P. 42660. Ingeniería Financiera
dhernandez@upfim.edu.mx

M.Ramos.,V.Aguilera.,(eds.) Ciencias Agropecuarias, Handbook -©ECORFAN- Valle de Santiago, Guanajuato, 2014.

Abstract

Social Responsibility has generated an enormous interest during the last years in the business world, business schools, investors and even some governments. Since the end of the 90's different initiatives, codes, and standards designed to promote an ethical, sustainable, and respectful behavior with the society and the environment have appeared in the international scene.

The majority of these suggestions, voluntary aim to encourage the development of policies and strategies in companies that incorporate these criteria claiming its necessity from different points of view: economic, ethical, environmental and social. Therefore, the aim of this research was analyze if the municipalities of Chilcuautla, El arenal and Ixmiquilpan, Hidalgo, to accomplish with the society economic environmental responsibility.

22 Introducción

Recientemente se ha reflejado un aumento en el interés por la responsabilidad social empresarial (RSE), ya que se ha convertido en una nueva forma de gestión y de hacer negocios, en la cual la empresa se ocupa de que sus operaciones sean sustentables en lo económico, lo social y lo ambiental, reconociendo los intereses de los distintos grupos con los que se relaciona y buscando la preservación del ambiente y la sustentabilidad de las generaciones futuras.

El cambio en el sistema de valores en la sociedad actual y la aparición de múltiples grupos de interés (Greenpeace, World Wide Fund for Nature, Defenders of Wildlife, entre otros.), han generado presión que influye en las condiciones del entorno competitivo de las empresas. A través de los medios de comunicación, se constata la reinterpretación de los criterios de inversión en los mercados financieros así como un mayor análisis y valoración de las actuaciones y comportamientos ambientales, sociales y éticos de las empresas.

En el caso de cultivos protegidos (Invernaderos) se sabe que generan impacto en el ambiente como son los desechos químicos, plásticos y residuos orgánicos, sin embargo este tipo de cultivo brinda protección contra factores ambientales adversos y sin importar la ubicación geográfica. Por lo antes mencionado el objetivo del presente trabajo fue analizar, si los invernaderos ubicados en los municipios de Chilcuautla, El arenal e Ixmiquilpan, Hidalgo, cumplen tanto con la responsabilidad socio-económica como ambiental.

22.1 Materiales y Métodos

El presente trabajo se planteó en cuatro pasos y se dirigió a productores del sector primario, específicamente producción en invernadero. Primero, se realizó un censo de invernaderos en tres municipios del Valle del Mezquital, Estado de Hidalgo (Chilcuautla, El arenal e Ixmiquilpan). Segundo, se estructuró un cuestionario con dos secciones (económico-social, y ambiental [Ver página 4]), con la finalidad de identificar los principales factores de riesgo social, ambiental y económico.

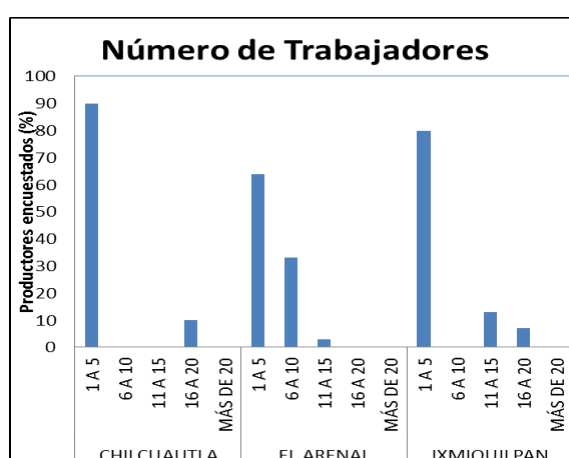
Tercero, se capacitó a estudiantes del programa educativo de Ingeniería Financiera de la Universidad Politécnica de Francisco I. Madero, en cuanto a la mecánica de aplicación de los cuestionarios diseñados. Cuarto, se aplicó y analizó la información recabada.

22.2 Resultados y Discusión

Responsabilidad Socioeconómica de los Invernaderos de los municipios Chilcuautla, El arenal e Ixmiquilpan

El presente trabajo se evaluó factores socioeconómicos y ambientales en los invernaderos presentes en los municipios Chilcuautla, El arenal e Ixmiquilpan, Hidalgo, con la finalidad de determinar las condiciones en las que se encuentran los invernaderos, en estos ámbitos.

Grafico22 Porcentaje del número de trabajadores directos empleados en los invernaderos de los municipios Chilcuautla, El arenal e Ixmiquilpan



El impacto de la introducción de cultivos protegidos trae consigo un aumento positivo en la calidad de vida, seguridad alimentaria, economía de una región y por lo tanto en el progreso general de la nación (Hernández-Díaz y col., 2006).

Grafico 22.1 Porcentaje de invernaderos que cuenta con tecnología de los municipios Chilcuautla, El arenal e Ixmiquilpan



Grafico 22.2 Porcentaje de invernaderos que se les realiza mantenimiento preventivo de instalaciones y equipo de los municipios Chilcuautla, El arenal e Ixmiquilpan.

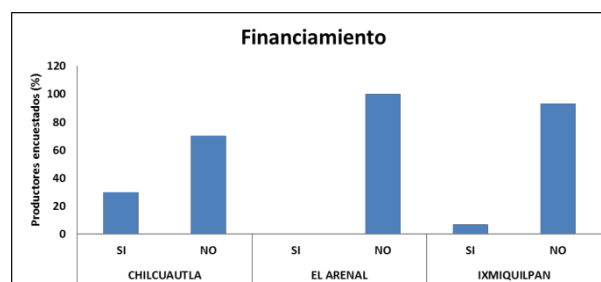


En la Figura se observa que aproximadamente el 90 % de los productores tienen este programa, por lo que se disminuye el riesgo que se presenten factores que afecten las instalaciones y/o equipo.

Grafico 22.3 Porcentaje del número de productores en invernadero registrados ante el Secretaría de Administración Tributaria de los municipios Chilcuautla, El arenal e Ixmiquilpan



Grafico 22.4 Porcentaje de invernaderos con financiamiento de los municipios Chilcuautla, El arenal e Ixmiquilpan. Tributaria de los municipios Chilcuautla, El arenal e Ixmiquilpan



Responsabilidad ambiental de los Invernaderos en los municipios Chilcuautla, El arenal e Ixmiquilpan

En cuanto a la responsabilidad ambiental se puede definir como la impuntualidad de una valoración positiva o negativa por el impacto ecológico de una acción, generalmente se enfoca al daño causado a otras especies, a la naturaleza en su conjunto o a las futuras generaciones, por las acciones o las no acciones de una persona física o jurídica (Ley Federal de Responsabilidad ambiental, 2013).

La sustentabilidad de los invernaderos depende de muchos factores la unidad de superficie del suelo, nutrientes (residuo generado post-cosecha), energía, ingresos (rentabilidad económica), también debe incluir las modificaciones que los invernaderos generan en el ecosistema (cambio en el paisaje, modificaciones en la composición del agua y del suelo) (Montero y col., 2008; Alonso, 2005).

Grafico 22.5 Porcentaje de productores encuestados con relación al sistema de riego empleado en los municipios Chilcuautla, El arenal e Ixmiquilpan

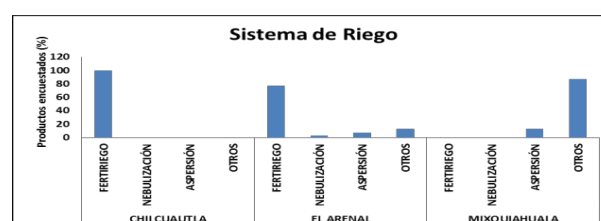


Grafico 22.6 Porcentaje de productores encuestados con relación al reciclaje de agua en los municipios Chilcuautla, El arenal e Ixmiquilpan

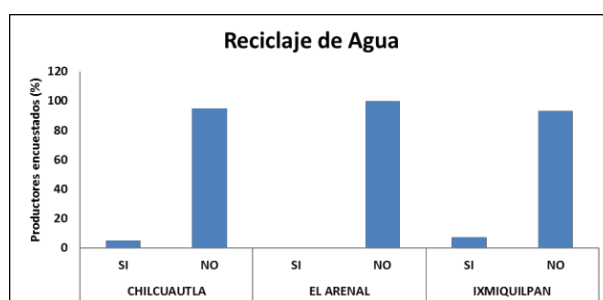


Grafico 22.7 Porcentaje de productores encuestados con relación número de veces que fertiliza al año en los municipios Chilcuautla, El arenal e Ixmiquilpan.

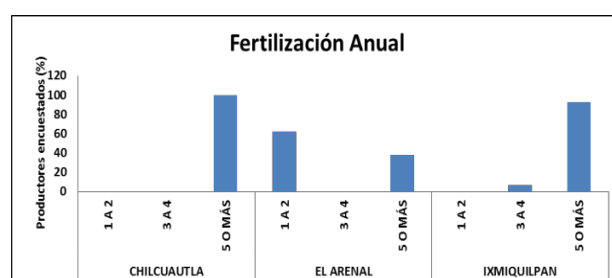


Grafico 22.8 Porcentaje de productores encuestados con relación al sistema de riego de fertilización automatizado en los municipios Chilcuautla, El arenal e Ixmiquilpan. Se estima que el consumo promedio de fertilizantes alcanza 1700 Kg/Ha y los pesticidas 35 Kg/Ha para cultivos de hortalizas

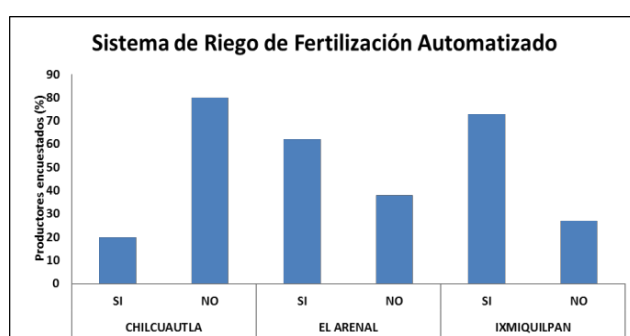


Grafico 22.9 Porcentaje de productores encuestados en relación al tipo de invernadero en los municipios Chilcuautla, El arenal e Ixmiquilpan

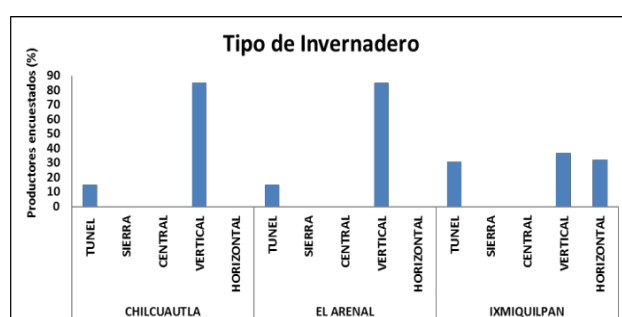
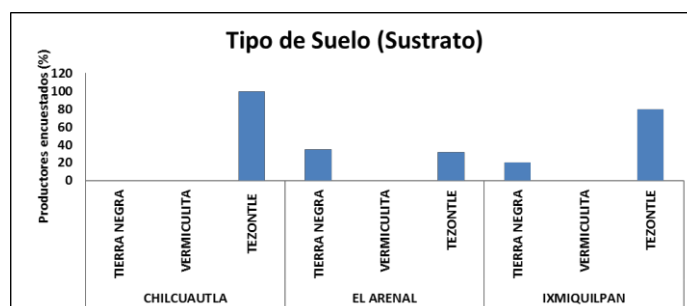


Grafico 22.10 Porcentaje de productores encuestados con relación al tipo de suelo (sustrato) empleado en sus cultivos protegidos en los municipios Chilcuautla, El arenal e Ixmiquilpan



Por otra parte, el tipo de suelo (sustrato) que emplean en los invernaderos de los diferentes municipios evaluados es principalmente tezontle, esto se debe a que es un material inerte económico.

22.3 Conclusiones

En los municipios de Chilcuautla, El arenal e Ixmiquilpan no cuentan con la responsabilidad social y ambiental requerida para practicar Agricultura Sustentable bajo condiciones de invernadero, por lo cual es necesario generar mayor información y comunicación en cuanto a las obligaciones que adquieren al realizar su actividad productiva en cultivos protegidos.

El incremento de la competencia internacional, los costos de producción y la creciente atención prestada por los consumidores a la calidad del producto y a la sostenibilidad del proceso productivo son los problemas principales que afectan el desarrollo futuro del cultivo protegido por lo que es necesario fortalecer las áreas débiles del sistema para elevar su eficiencia y eficacia logrando con esto que la actividad sea competitiva en el sector agrícola.

Es necesario implementar programas para el uso eficiente de los recursos innovando además en la adquisición de tecnologías que permitan hacer un uso más eficiente de la luz, agua así como la implementación de un programa para el manejo de los residuos de pesticidas y tratamiento de agua de recirculación.

22.4 Referencias

Gómez-Arrollo S, Martínez-Valenzuela C, Carbajal-López Y, Martínez-Arroyo A, Calderón-Segura ME, Villalobos-Pietrini R y Waliszewski SM. 2013. Riesgo Genotóxico por la Exposición Ocupacional a Plaguicidas en América Latina. 29: 159-180.

PRONAFIDE (2013). Programa Nacional de Financiamiento del Desarrollo 2013-2018. Disponible en: http://www.shcp.gob.mx/RDC/prog_plan_nacional/pronafide_2013_2018.pdf [Fecha de consulta: 13/02/2014]

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (1917). Disponible en: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/1.pdf> [Fecha de consulta: 13/02/2014]

Montero JI, Stanghellini C y Castilla N. 2008. Invernadero para la Producción Sostenible en Áreas de Clima de Invierno Suaves. *Horticultura Internacional*. 65: 12-31.

Ley Federal de Responsabilidad Ambiental. 2013. Disponible en: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LFRA.pdf> [Fecha de consulta: 13/02/2014]

Alonso M. 2005. Disponible en: 7
[.http://www.newaginternational.com/es/lineaeditorial/ProductosTendencias200412.pdf](http://www.newaginternational.com/es/lineaeditorial/ProductosTendencias200412.pdf) [Fecha de consulta: 13/02/2014]

Hernández-Díaz MI, Chailloux-Laffita M, Ojeda-Veloz A. 2006. Cultivo Protegido de las Hortalizas: Medio Ambiente y Sociedad. 10(30): 25-31.

Variación del contenido de carbono en compartimentos de *Arbutus bicolor*

Marín Pompa, Raúl Solís, José Chacón, Martín Martínez, Ricardo Valdez y José Navar

M. Pompa, R. Solís, J. Chacón, M. Martínez, R. Valdez y J. Navar
Universidad Juárez del Estado de Durango, Facultad de Ciencias Forestales. Constitución 404 sur Zona centro · C.P.
34000 Durango, Dgo. México.
INIFAP. Km. 33.3 carretera Chihuahua-Ojinaga, 32910, Ciudad Aldama, Chihuahua, México.
Universidad Autónoma Chapingo .Centro Regional Universitario Centro-Norte. El Orito, Zacatecas, México.
mpgarcia@ujed.mx

M.Ramos.,V.Aguilera.,(eds.) Ciencias Agropecuarias, Handbook -©ECORFAN- Valle de Santiago, Guanajuato, 2014.

Abstract

Assesing the potential for forest carbon (C) capture requires accurate assessments of C in live tree tissues. Usually has been assumed a conversion factor of 50% of the tree biomass. The objective of the present study was to determine C concentration in the main compartments of *Arbutus bicolor* S. González, M. González et P. D. Sørensen. This species has recently been described and plays an important role in the biodiversity of Mexico's forest. The total C content expressed as a percentage of biomass was determined with the *Solids TOC Analyzer* equipment. Analysis of variance evidenced that C concentration varied among compartments. Tukey's test highlighted that fruits and leaves had the highest values (51.51% y 50.96%, respectively), in contrast with roots recorded the lowest values (46.22%), whereas remaining compartments were non significantly different and showed similar behavior with intermediate values.

We conclude that C content varies substantially among tree compartments. Thus, a 50% generic value is an oversimplification of limited application in regard to estimation of C storage. Our results contribute to improving C estimates and providing a more reliable account of the mitigation potential of forests on climate change.

23 Introducción

El género *Arbutus* L. (Ericaceae) incluye al menos 12 especies, tres se presentan en la cuenca del mediterráneo y a lo largo de la costa Oeste de Europa, uno en las islas canarias y ocho en el continente americano, donde constituye un importante componente de bosques templados del Hemisferio Norte. En México presenta su mayor diversificación, con siete de las 12 especies conocidas a nivel mundial González-Elizondo et al., (2012), lo que contribuye a la diversidad florística en nuestro país (Rzedowski, 1978).

A. bicolor es una especie representativa en los ecosistemas montañosos del norte de México y de reciente descripción en la literatura científica. Se destaca por su gran valor ambiental, así como la importancia etnobotánica y económica que representa. Tradicionalmente en algunas comunidades las hojas se usan medicinalmente, los frutos son comestibles y su madera se utiliza para confeccionar artesanías. Adicionalmente, su belleza escénica le confiere una importancia paisajística debido a sus atractivos frutos rojos en el otoño-invierno y flores blanco-rosadas en el otoño (González-Elizondo et al., 2013; Sáez et al., 2011).

A pesar de esta información científica, no se han realizado estudios en México tendientes a entender parámetros básicos para conocer su productividad y consecuentemente prescribir las prácticas silvícolas coherentes con el manejo sustentable de ecosistemas forestales (Navar-Chaidez y González-Elizondo, 2009). Paralelamente, las predicciones climáticas sugieren que los bosques sufrirán serios impactos por el aumento de la temperatura y sequías recurrentes (Williams et al., 2012). Dados estos escenarios que ponen en vulnerabilidad a la especie, es importante adoptar estrategias de manejo y conservación. La captura de carbono en especies forestales constituye una alternativa clave para contribuir a las consideraciones de manejo y conservación de las especies, así como para mitigar el cambio climático global (Litton et al., 2004; Acosta-Mireles et al., 2009).

La estimación del contenido de carbono es el primer paso para diseñar tales esquemas de manejo. Diversos estudios han abordado el estudio de especies denotando la variabilidad de su contenido en la biomasa, en función de la especie y el tejido del árbol (Gayoso y Guerra, 2005; Yereña et al., 2012a; Yereña et al., 2012b).

Por lo anterior, el objetivo de este trabajo fue calcular su contenido de carbono total para sus componentes: raíz, tallo, corteza, rama, ramilla, hoja y fruto. Con ello esperamos que su conocimiento incentive la realización de estudios que la integren en los esquemas de manejo ante el cambio climático global.

23.1 Materiales y métodos

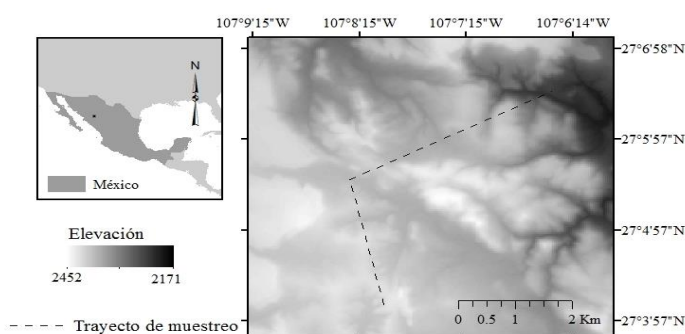
Descripción de la especie

Arbutus bicolor S. González, M. González et P. D. Sørensen, sp. nov., está muy relacionada con *A. xalapensis* H.B.K. Se diferencia de ésta última por tener las ramillas y pecíolos densamente glandular pubescentes, las hojas marcadamente bicolors con envés blanquecino a ocre pálido debido a la presencia de indumento denso y uniforme de pelos apretadamente crespos, las hojas de color rojo intenso en la senescencia, así como las flores de color rosa o raramente blanco. *A. bicolor* está ampliamente distribuida en la Sierra Madre Occidental y el Eje Neovolcánico, alcanzando la vertiente occidental de la Sierra Madre Oriental. Se registran híbridos esporádicos con *A. madrensis* S. González, *A. occidentalis* McVaugh & Rosatti, *A. tessellata* Sørensen y *A. xalapensis*. González-Elizondo et al., (2012).

Área de estudio

El área de estudio se ubica en la provincia fisiográfica Sierra Madre Occidental (Figura 1). Son terrenos bastante accidentados con elevaciones y depresiones muy irregulares. La vocación y el uso del suelo es forestal; el bosque de esta región está compuesto por vegetación arbórea principalmente de las regiones de clima templado y semifrío, por lo común los géneros presentes son *Pinus*, *Quercus*, *Arbutus*, y *Juniperus* (Pompa-García et al., 2011).

Figura 23 Localización del área de estudio



Proceso secuencial

Aprovechando áreas sometidas a cambios de uso de suelo para tendido de líneas de conducción eléctrica, en un trayecto de 7 km se muestreó un individuo por categoría diamétrica de 5 a 40 cm. Para cada árbol se procedió a la extracción de al menos de 250 gramos en peso verde de los siguientes componentes: raíz (a 30 cm de profundidad), corteza, fuste (a 1.3 m), ramas ($\geq 0.5 < 2$ cm de diámetro), ramillas (< 0.5 cm de diámetro), hojas y frutos en cada uno de los cuatro puntos cardinales, con el uso de hachas, tijeras y taladros de pressler (para el caso del fuste), mientras que para el caso de las raíces se utilizaron herramientas de excavación.

Previa identificación, las muestras se llevaron al laboratorio y según los procedimientos recomendados por Avendaño et al., (2009) se colocaron en una estufa de secado VWR modelo 1305U a 105 °C, hasta obtener un peso constante; en seguida, se fragmentaron en un molino pulverizador Fritschmodelopulverisette2, para dejarlas en fracciones menores de 10 μ , que fueron depositadas en bolsas de plástico con su respectiva identificación de acuerdo a la metodología descrita por Yereña et al., (2012a).

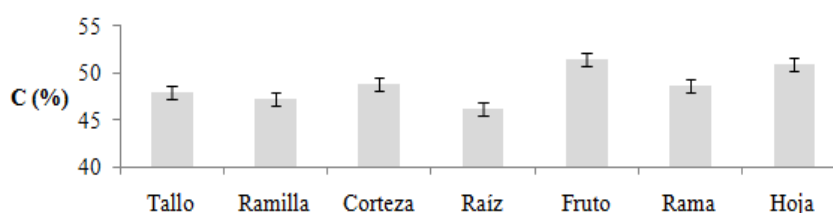
La concentración de carbono total se obtuvo con un equipo Solids TOC Analyzer modelo 1020A de O-I-Analytical, que analiza muestras sólidas mediante combustión completa, a una temperatura de 900 °C; los gases resultantes son medidos a través de un detector de infrarrojo no dispersivo que contabiliza las moléculas de carbono contenidas en ellos (Monreal et al., 2005). Se realizaron al menos 3 repeticiones por muestra procurando que la desviación estándar no rebasara el 0.6% del contenido del carbono (Lamlon and Savidge, 2003).

El diseño experimental empleado para el análisis de los resultados del laboratorio fue completamente al azar. Los resultados se sometieron a un análisis de varianza (ANOVA) con el programa estadístico SAS (2004) para determinar si existían diferencias significativas entre los siete componentes. Cuando se detectaron diferencias estadísticas ($p=0.05$) en el análisis de varianza se procedió a la comparación de medias con una prueba de Tukey ($\alpha=0.05$).

23.2 Resultados y discusión

Los análisis del contenido promedio de C para *A. bicolor* mostraron que el porcentaje varió desde 46.22% para el caso de la raíz, hasta 51.51% para el fruto (Figura 2). Las hojas se distinguieron por su alto contenido de C (50.96%), mientras que las ramas, ramillas, corteza y tallo presentaron valores intermedios y muy similares entre sí (48.58%, 47.23%, y 47.88%, respectivamente).

Figura 23.1 Contenidos de C por componente para *A. bicolor*



Los análisis de varianza mostraron que el modelo del contenido del carbono en función de los componentes, explicó satisfactoriamente su variación ($R^2=0.74$). Las pruebas de significancia sugieren que al menos uno de los tratamientos resultó altamente significativo de los demás ($F<0.05$). La comparación de medias reflejó que los porcentajes promedio de los componentes raíz, fruto y hojas presentaron diferencias significativas, mientras que el tallo, corteza, ramas y ramillas no presentaron diferencias significativas entre sí ($p>0.05$).

Las concentraciones de C en la mayoría de especies usualmente se ha asumido un 50% , dado que la fórmula promedio molecular para plantas vivas así lo reporta (Bert y Danjon, 2006). Consecuentemente, los datos obtenidos en el pasado resultaban sesgados en sus estimaciones del contenido de C en los bosques. Por ejemplo, el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, 2006) sugería un valor por defecto de 50%, que en relación a los valores aquí obtenidos resultaría en subestimaciones del 1.51% y 0.96%, para el fruto y la hoja respectivamente.

Ante dicho escenario nuestros resultados adquieren relevancia. Las pruebas realizadas revelan que no hay consistencia del contenido de C entre los componentes del árbol. Ello sugiere congruencia con la literatura reciente que reporta variaciones del contenido C según la especie, la sección del árbol, su edad y condiciones ecológicas (Lamlon and Savidge, 2003; Bert y Danjon, 2006, McClaranet al., 2013).

Los análisis de varianza confirmaron que la concentración de C varía entre componentes. Así los frutos y las hojas presentaron los valores más altos de C ($p < 0.05$). Para Bert y Danjon, (2006) lo anterior se atribuye a que en dichos tejidos se realiza mayormente el proceso de fotosíntesis, que acompañado con azúcares propicia la elevada concentración de carbohidratos. En contraste, la raíz tuvo el más bajo contenido de C, lo que ha sido asociado con los contenidos de almidón caracterizados por bajas concentraciones de C.

El contenido de C en el tallo, corteza y ramas mostró porcentajes similares. Dichos resultados se explican por la composición química de celulosas y lignina que en su mayoría constituyen la madera (Fonseca et al., 2012), a excepción de las ramillas, que almacenan C en forma de carbohidratos y compuestos de reserva destinados para la formación de nuevos tejidos reproductivos o vegetativos (Yerenaet al., 2012a). Recientes estudios realizados para *A. xalapensis* H.B.K. (Jiménez et al., 2013), resaltan los contenidos de C de esta especie lo que concuerda tendencialmente con nuestros datos. Específicamente sus hojas resultaron con el porcentaje más alto de todos los componentes de las especies estudiadas. La corteza, ramas, ramillas y fustes presentaron una tendencia similar. Sin embargo, en dicho estudio omitieron considerar los frutos y las raíces, cuyos valores extremos en nuestros resultados adquieren notoriedad y a nuestro conocimiento constituyen la primer aportación al respecto. Además, ello adquiere mayor relevancia por la reciente descripción de *A. bicolor* que usualmente se confunde con otras especies del mismo género (González-Elizondo et al., 2012). Particularmente, representa una contribución a la florística del norte de México ante el contexto de la difusión de la investigación botánica del presente (Meave et al., 2012).

Los resultados encontrados proveen información sustentada que demuestra la capacidad de *A. bicolor* para almacenar C. Este conocimiento puede conducir a la elaboración de políticas ambientales encaminadas a la conservación y manejo sustentable de ecosistemas forestales. También contribuye a un mejor conocimiento de los flujos de C ante la problemática del cambio climático. Cruz-Cárdenas et al., (2012) señala que el C es la variable edáfica más importante que se asocia con la edad de los bosques. Para López-Mata, et al., (2012) la riqueza de plantas vasculares se correlaciona estrechamente con la acumulación de carbono orgánico en los suelos y por ello amerita mayor investigación. Consecuentemente, su conocimiento constituye un factor clave para establecer estrategias viables encaminadas a la mitigación del CO₂.

23.3 Conclusiones

El presente estudio provee la primer descripción de las variaciones del contenido de C para *A. bicolor*. Los contenidos de C en sus diferentes componentes presentaron diferencias significativas. Se destaca el mayor contenido del fruto (51.51%) y las hojas (50.93%), mientras que el valor más bajo se presenta en la raíz (46.22%). El resto de los componentes almacena cantidades similares sin variación significativa. Consecuentemente, la hipótesis de suponer valores por defecto (i.e. del 50%) en los contenidos del C no resulta razonable, debido a múltiples factores que afectan a las especies y sus componentes.

Los resultados sugieren correspondencia con aquellos reportados para especies del mismo género y resultan relevantes ante la reciente descripción botánica de esta especie. Así mismo, constituyen información estratégica para su posible aplicación ante el cambio climático y flujos de C.

23.4 Agradecimientos

Los autores desean agradecer a Socorro González-Elizondo por su apoyo en la identificación botánica del material vegetativo. El financiamiento fue posible gracias al apoyo de movilidad de la UJED.

23.5 Referencias

Acosta-Mireles M., Carrillo-Anzures F. y Díaz-Lavariaga M. 2009. Determinación del carbono total en bosques mixtos de *Pinus patula* Schl. et Cham. *TERRA Lationamericana* 27(2):105-114.

Avendaño D., Acosta M., Carrillo F. y Etchevers. J. 2009. Estimación de biomasa y carbono en un bosque de *Abies religiosa*. *Fitotecnia Mexicana* 32(3): 233-238.

Bert D. y Danjon F. 2006. Carbon concentration variations in the roots, stem and crown of mature *Pinus pinaster* (Ait.). *For. Ecol. Manag.* 222: 279–295.

Cruz-Cárdenas G., Villaseñor J.L., López-Mata L. y Ortiz E. 2012. Potential distribution of humid mountain forest in Mexico. *Botanical Sciences* 90(3):331-340.

Fonseca W., Alice F.E. y Rey-Benayas J.M. 2012. Carbon accumulation in aboveground and belowground biomass and soil of different native forest plantations in the humid tropical lowlands of Costa Rica. *New Forest* 43: 197-211. DOI: 10.1007/s11056-011-9273-9.

Gayoso J. y Guerra J. 2005. Contenido de carbono en la biomasa aérea de bosques nativos en Chile. *Bosque* 26(2):33-38.

González-Elizondo M.S., González-Elizondo M., Tena-Flores J.A., López-Enriquez L.I., Ruacho-González L., Retana-Rentería F.I. y Delgado-Zamora D.A. 2013. Ericáceas en La Sierra Madre Occidental, México: Diversidad y distribución. *Ibugana* 4: 97–108.

González-Elizondo M.S., González-Elizondo M. y Sørensen P.D. 2012. *Arbutus bicolor* (ericaceae, arbutae), a new species from Mexico. *Acta Botánica Mexicana* 99:55-72

IPCC. 2006. Forestlands. Intergovernmental Panel on Climate Change Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories; Institute for Global Environmental Strategies (IGES): Hayama, Japan. Volume 4, p. 83.

Jiménez P.J., Treviño G.E. y Yerena Y.J.I. 2013. Concentración de carbono en especies del bosque de pino-encino en la sierra madre oriental. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* 4(17):50-60

Lamloom S.H. y Savidge R.A. 2003. A reassessment of carbon content in wood: variation within and between 41 North American species. *Biomass and Bioenergy*. 25(4):381-388.

- Litton C.M., Ryan M.G. y Knight D.H. 2004. Effects of tree density and stand age on carbon allocation patterns in postfire lodgepole pine. *Ecological Applications* 14(2):460-475.
- López-Mata L., Villaseñor J.L., Cruz-Cárdenas G., Ortiz E. y Ortiz-Solorio C. 2012. Predictores ambientales de la riqueza de especies de plantas del bosque húmedo de montaña de México. *Botanical Sciences*. 90(1):27-36.
- Meave J.A., Terrazas T., Ibarra-Manríquez G., Lorea-Hernández F.G., Gallardo-Cruz J. A., Medina-Lemos R., Portilla-Alonso R.M., Sálas-Morales S.H. y Valencia S.A. 2012. Botanical Sciences, nuevo nombre y otras adecuaciones editoriales para el Boletín de la Sociedad Botánica de México. *Botanical Sciences* 90(1), 1-11.
- McClaran M.P., McMurtry C.R. y Archer S.R. 2013. A tool for estimating impacts of woody encroachment in arid grasslands: allometric equations for biomass, carbon and nitrogen content in *Prosopis velutina*. *Journal of Arid Environments* 88:39-42
- Monreal C.M., Etchevers B.J., Acosta M., Hidalgo C., Padilla J. R., López M., Jiménez L. y Velásquez A. 2005. A method for measuring above- and below-ground C stocks in hillside landscapes. *Can. J. Soil Sci.* 85: 523-530.
- Navar-Chaidez J.J. y González-Elizondo S. 2009. Diversidad, Estructura y Productividad de Bosques Templados De Durango, México. *Polibotánica* 27: 71-87.
- Pompa-García M., de los Santos-Posadas H.M., Zepeda-Bautista M.E. y Corral-Rivas J.J. 2011. Un modelo dendrométrico para estimación del diámetro normal a partir de las dimensiones del tocón. *Agrociencia* 45(3), 379-387.
- Rzedowski J. 1978. *Vegetación de México*. Limusa. México. D.F.
- Sá O., Pereira J.A. y Baptista P. 2011. Optimization of DNA Extraction for RAPD and ISSR Analysis of *Arbutus unedo* L. Leaves. *Int. J. Mol. Sci.* 12(6): 4156-4164.
- SAS (Statistical Analysis System). 2004. SAS user's guide statistics. Release 9.1. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA
- Yerena Y.J.I., Jiménez P.J., Aguirre C.O.A. y Treviño G.E.J. 2012a. Contenido de carbono total de especies arbóreas y arbustivas en áreas con diferente uso, en el matorral espinoso tamaulipeco, en México. *Bosque* 33(2):145-152.
- Yerena Y.J.I., Jiménez P.J., Aguirre C.O.A., Treviño G.E.J. y Alanís R.E. 2012b. Concentración de carbono en el fuste de 21 especies de coníferas del noreste de México. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* 3(13):49-56.

Vida postcosecha de hojas de palma camedor (Chamaedorasp)

Leobarda Ramírez, GelacioAlejo, Ana Sánchez, Luisa Navarrete y Gregorio Luna

L. Ramírez, G. Alejo, A. Sánchez, L. Navarrete y G. Luna
Universidad Autónoma de Nayarit. Ciudad de la Cultura Amado Nervo S/N, Los Frenos, 63155 Tepic, Nayarit
leo.ram89@hotmail.com

M.Ramos., V.Aguilera., (eds.) Ciencias Agropecuarias, Handbook -©ECORFAN- Valle de Santiago, Guanajuato, 2014.

Abstract

Chamaedorea is exploited mainly for ornamental use. However, besides being threatened, management has not been established. Without adequate technological packages for different microenvironments present in the Nayarit area, which causes the production and marketing of plants are deficient. The objective was to evaluate the postharvest life of leaves from plants established in Furball, El Rincón del Refugio and Goldfinch Township Ruiz, Nayarit. The variables were: number of leaflets, fresh and dry weight, chlorophyll content, total length of leaf, water content and vase life. The design was completely randomized with five replications. The analysis showed statistical differences in fresh weight of leaf, water content and vase life. The leaves of the property Refugio were statistically superior but equal to each other in fresh weight leaves. The Furball, though, leaves the premises. The Furball achieved higher water content of the biomass of leaves and vase life. The leaves remained more postharvest days were obtained to 796 meters above sea level and 70-80% shade.

24 Introducción

La palma camedor (*Chamaedorea* spp.) es un producto forestal no maderable que se distribuye desde México hasta Brasil. De las 133 especies de palmas del género *Chamaedorea* conocidas en Latinoamérica, en México se desarrollan alrededor de 50, catorce de ellas son especies nativas y se distribuyen entre los estados de Campeche, Chiapas, Oaxaca, Quintana Roo, San Luis Potosí, Tabasco, Yucatán y Veracruz (Disponible en: www.siap.gob.mx/siacon.html. Consultada el 17 de Febrero de 2013).

Este tipo de plantas crecen en montes altos y bajos (conocidos como selvas altas y medianas perennifolias) y acahuales (vegetación secundaria); puede alcanzar su mejor desarrollo foliar a temperaturas promedio de 22 a 28 °C, una precipitación media anual de 1600 a 4000 mm y alrededor de 50 % de luz, bajo la protección de un dosel; en doseles muy cerrados, no prosperan normalmente y en los muy abiertos las hojas se manchan, perdiendo la calidad para su comercialización.

El mercado de la palma camedor existe desde los años 50's, su auge fue en los 70's y su declive mercantil en los 80's y 90's por problemas diversos, entre ellos, el de producción, sobreexplotación, peligro de extinción y permisos oficiales para su explotación, entre otros (Sánchez et al., 2004; Espinoza et al., 2006).

La palma camedor es una planta cuyo follaje es utilizado en arreglos ornamentales y en algunos procesos industriales; comercialmente tiene gran demanda nacional e internacional. En el estado de Nayarit, se desarrolla en hábitats de montaña y/o lomeríos con alta pedregosidad y fuerte pendiente, en forma natural bajo la sombra de la vegetación natural y de las plantaciones de café.

Esta especie puede ser una alternativa viable para optimizar el uso del recurso suelo, obtener ingresos adicionales y reducir riesgos económicos que representa la siembra de especies en forma de monocultivo.

Sin embargo, la palma camedor, además de ser una especie amenazada (NOM-059-SEMARNAT-2010), el manejo de 2000 ha, establecidas actualmente, se desarrolla sin ningún paquete tecnológico apropiado para los diferentes microambientes presentes en la zona, lo que ocasiona que la producción de plantas y su comercialización sean deficientes.

Por esta razón, la Cadena Productiva de Plantadores de Palma Camedor de Nayarit, S.P.R. de R.L., tiene como función la producción sustentable de plantas con el firme propósito de conseguir la recuperación de la especie; no obstante, los productores obtienen plantas de calidad baja por carecer de un plan de manejo adecuado de las plantaciones, un ejemplo de ello es que no realizan la regulación de la sombra mediante la eliminación de ramas de los árboles que forman el dosel superior, ya que a mayor o menor cantidad de luz se reflejará en las características requeridas en la calidad del follaje (Sánchez et al., 2004; Espinoza et al., 2006).

Algunos aspectos importantes para lograr que un ornamental se convierta en producto comercial, de manera que genere sea sostenible en la zona donde se produce, es su duración de vida de florero y su calidad postcosecha (Baltazar y Figueroa, 2009); por lo que se considera que mediante la evaluación postcosecha de hojas, es una forma de identificar las condiciones ambientales más propicias para obtener hojas de mejor calidad útiles para su comercialización o posible exportación. Por ello, el objetivo fue identificar la vida postcosecha de hojas de palma camedor de tres localidades productoras de Ruiz, Nayarit.

24.1 Materiales y métodos

La evaluación postcosechase realizó en el Laboratorio de Cultivo de Tejidos Vegetales de la Unidad Académica de Agricultura de la Universidad Autónoma de Nayarit. El material vegetal fueron hojas de aproximadamente tres años de edad provenientes de tres localidades del municipio de Ruiz, Nayarit.

La hoja cosechada y útil fue la segunda después del ápice, la cual es la referencia de corte indicada por el productor.

Una vez en el laboratorio (Figura 1A y 1B), las hojas se colocaron en recipientes que contenían 1 litro de agua potable, manteniéndolas con esta cantidad hasta su senescencia o pérdida de calidad comercial.

Posteriormente, las hojas deshidratadas se colocaron en bolsas de papel e introducidas en una estufa a una temperatura de 75 °C durante 24 horas (Figura 1C); una vez que las hojas perdieron completamente la humedad, se extrajeron de la estufa, se trituraron con un molino (Thomas-WileyLaboratoryMill Modelo 4 Thomas Scientific U.S.A. Figura 1D) y se pesaron para obtener el peso de la biomasa.

Figura 24 Hojas de palma camedor utilizadas para la evaluación postcosecha. A. Hojas hidratadas. B. Hojas para la medición de variables. C. Hojas deshidratadas y colocadas en estufa de secado. D. Molino y molienda de material deshidratado



Los tratamientos correspondieron a las hojas cosechadas de tres predios experimentales previamente seleccionados del municipio de Ruiz, Nayarit. Los sitios seleccionados se geoposicionaron con un GPS eTres Vista® HCx. (Cuadro 1).

Tabla 24 Tratamientos (Localidades) evaluados en la investigación postcosecha de hojas de palma camedor

No.	Predio	Propietario	Msnm	LN	LW
1	El Refugio	Benjamín Molina Márquez	702	21°55.258	104°56.428
2	La Bolita (planta sana)	Jesús Carrillo Jaime			
3	La Bolita (planta enferma)	Jesús Carrillo Jaime	796	21°54.072	104°55.921
4	El Cordón del Jilguero	Alfredo López Santoy	577	21°55'81''	104° 57.715

msnm=metros sobre nivel del mar; LN=Longitud norte; LW=Latitud oeste

El diseño experimental fue completamente al azar con cinco repeticiones. La unidad experimental estuvo compuesta por tres hojas.

Las variables consideradas en el estudio fueron:

Contenido de clorofila. Se tomaron dos mediciones de la parte media de la hoja mediante un SPAD (Minolta Chlorophyll Meter SPAD 502). La primera se efectuó al momento del corte y la segunda a la senescencia de la hoja.

Peso fresco de hoja. La hoja cosechada se pesó al momento del corte para obtener el peso de la materia fresca, utilizando una báscula SF-400 de 1 a 5000 g; esta variable se tomó diariamente hasta su senescencia.

Peso seco de la hoja. Una vez que la hoja perdió turgencia, se colocó en una estufa de secado (Felisa 1 a 230 C°), a 75 °C durante 24 horas.

Posteriormente, se pulverizó y pesó para obtener el peso de materia seca, con el apoyo de un molino (Thomas-WileyLaboratoryMill Modelo 4 Thomas Scientific U.S.A.).

Número de folíolos. Se registró el número de folíolos que contenía la hoja compuesta.

Longitud total de la hoja. Con apoyo de una cinta métrica (Truper 1 a 5 m), la longitud se tomó desde la punta del primer folíolo hasta la base.

Contenido de agua. Esta medida se obtuvo mediante la ecuación siguiente:

$$\text{Contenido de agua} = \frac{\text{Peso fresco} - \text{peso seco}}{\text{Peso fresco}} (100) \quad (24)$$

Vida postcosecha. Los días se contabilizaron desde el corte, hasta la pérdida de turgencia de las hojas.

A las variables evaluadas, se les aplicó el análisis de varianza y la prueba de medias por el método de Tukey ($\alpha = 0.05$). Para lo anterior, se utilizó el paquete estadístico SAS (StatisticalAnalysisSystem, versión 9.3 (2009)).

24.2 Resultados y discusión

En palma camedor, la mayor importancia económica es la comercialización de su follaje con fines de ornato, que se obtiene de plantas que crecen en su hábitat natural (Mora-Aguilar et al., 2003).

Durante la evaluación postcosecha de hojas provenientes de tres predios del municipio de Ruiz, Nayarit, el análisis de varianza arrojó diferencia significativa en peso fresco de hoja y diferencia altamente significativa en días de vida de florero y contenido de agua (Cuadro 2); en el resto de las variables, la diferencia estadística no fue significativa entre los tres predios considerados en este estudio.

Tabla 24.1 Resultados del análisis de varianza para las variables evaluadas, durante la vida postcosecha de hoja de palma camedor

Variabes	Pr >F	C.V (%)	Promedios
Longitud total de hoja (cm)	0.6456 ^{NS}	24.42	74.18
Número de foliolos	0.7966 ^{NS}	42.66	41.09
Contenido clorofila (Unidades Spad)	0.2693 ^{NS}	11.30	42.83
Peso fresco de hoja (g)	0.0194 [*]	29.71	27.78
Vida postcosecha (días)	0.0002 ^{**}	10.26	14.53
Peso seco de hoja (g)	0.1830 ^{NS}	29.45	8.11
Contenido de agua (%)	0.0018 ^{**}	31.55	68.57

* Significativo ($\alpha=0.05$); ** Altamente significativo ($\alpha=0.01$); NS= No significativo. C.V. (%)= Coeficiente de variación

Peso fresco de hoja. La prueba de medias indica que las hojas evaluadas del predio El Refugio fueron estadísticamente superiores pero iguales entre sí al peso fresco de las hojas tanto enfermas como sanas de La Bolita e identificó que en el Cordón del Jilguero, el peso fresco de las hojas fue estadísticamente inferior con aproximadamente el 50 % de su peso (Cuadro 3). Es posible que estas diferencias de desarrollo de las hojas fueron debido a que las palmas se encuentran establecidas entre varias especies de plantas, bajo diferente porcentaje de sombra y altura sobre el nivel del mar; es decir, las palma establecidas en El Refugio y La Bolita se encuentran intercaladas con plantas de café y árboles forestales donde la sombra fue de 50-70 % y una altura de 702 y 796 msnm, respectivamente; en El Cordón del Jilguero, las plantas están bajo la sombra solamente de árboles forestales donde la sombra es de 40-50 % y una altura de 577 msnm; razones por las cuales se puede concluir que las plantas establecidas arriba de los 700 msnm presentaron mayor calidad de hoja comparadas con las cosechadas del predio ubicado a 577 msnm, además, porque las plantas de los primeros sitios lograron mayor número de foliolos, peso seco, contenido de agua y vida postcosecha. Las poblaciones con mayor porcentaje de sombra tienen mayor capacidad de producción foliar, en este sentido, las repoblaciones ubicadas en sitios con porcentajes de sombra entre el 65 y 75% son las más adecuadas (SEMARNAP, 2008).

Tabla 24.2 Resultados de la comparación de medias de las hojas evaluadas en tres predios del municipio de Ruiz Nayarit

Predio	Peso fresco de hoja (g)	Contenido de agua (%)	Vida postcosecha (días)
El Refugio	39.99 a	72.19 a	14.06 b
La Bolita (planta sana)	29.04 ab	72.81 a	17.66 a
La Bolita (planta enferma)	30.25 ab	70.30 a	12.06 b
El Cordón del Jilguero	16.82 b	58.80 b	14.33 b

^Z Promedios con la misma letra en cada columna son estadísticamente iguales (Tukey $\alpha \leq 0.05$)

Contenido de agua (%). El agua es el componente predominante de los organismos (80 a 90 %). Es importante para las plantas por su papel en los procesos fisiológicos y por la gran cantidad que requieren para su sobrevivencia y desarrollo (Hasegawa *et al.*, 2000; Zyalalov, 2004). En este estudio se encontró que el contenido de agua varió significativamente entre las hojas cosechadas de los diferentes predios; de acuerdo con Chaman (2007) estimar el contenido de agua es un indicador del estado hídrico de la planta; por lo que se considera que las hojas de las plantas sanas de La Bolita fueron más turgentes al contener el 72.81 % de la biomasa de las hojas; además, señala que la variación en el contenido de agua puede ser suficiente para que los tejidos pierdan turgencia cuando no se tiene la eficiencia del uso del agua como sucedió con las plantas del Cordón del Jilguero al contener agua en menor proporción entre sus tejidos (Cuadro 3). La diferencia puede ser debido a que las plantas de La Bolita y El Refugio crecieron bajo una sombra mayor (50-70 %) que las plantas del Cordón del Jilguero (40-50 %); resultado que sugiere que a mayor penetración de luz, la planta puede perder más agua al aumentar el proceso de transpiración por esta condición.

Vida postcosecha. De acuerdo con Eccardi (2003), una ventaja de las palmas es su relativa larga vida en mostrador, que llega a ser hasta 2 semanas; esta aseveración concuerda con los resultados obtenidos en este estudio pues la vida postcosecha de las hojas de palma comedor osciló entre 18 y 12 días (Cuadro 3). Las hojas enfermas del predio La Bolita tuvieron una vida postcosecha de 12 días, es notorio que la calidad disminuyó solo en la apariencia de la hoja, porque el resto de los parámetros son similares estadísticamente a las de los predios El Refugio y las plantas sanas de La Bolita. Los resultados del contenido de agua y la vida postcosecha de las hojas muestran una asociación positiva, es decir, a mayor contenido de agua mayor vida postcosecha.

24.3 Conclusiones

Un indicador de calidad de las hojas de palmas es la larga vida de florero; la mejor vida postcosecha de hoja evaluadas de diferentes predios fue de 18 días del material vegetal procedente del predio La Bolita ubicado a 792 msnm, entre 50 -70 % de sombra y un contenido de agua de 72.81 % de la biomasa de sus hojas.

Se identificó que los factores para obtener follaje de calidad son la altura sobre el nivel del mar, porcentaje de sombra y el contenido de agua; es decir, la vida postcosecha de palma comedor mostró una tendencia directamente proporcional al aumentar el porcentaje de sombra, la altura sobre el nivel del mar y el contenido de agua en las hojas.

24.4 Referencias

Baltazar, B. O. y Figueroa, R. K. A. 2009. Flores que atrapan tu mirada. Colegio de Postgraduados. 80 p.

Eccardi, F. 2003. La palma camedor. CANABIO. Biodiversidad 50: 1-7.

Chaman, M. M. E. 2007. Variaciones en el contenido relativo de agua y la concentración de prolina en *Capsicum annuum* L. inducido por NaCl. Araldoa 14:251- 258.

Espinoza de los S. J.; Paniagua, L. J. y González, A. 2006. Informe de mercado de la palma camedor (*Chamaedorea* spp). Grupo Mesófilo, A.C. 26 p.

Hasegawa, M. P.; Bressan, R. A.; Zhu, J. K. and Bohnert, H. J. 2000. Plant cellular and molecular responses. Ann. Rev. of Plant Phys. And Plant Molec. Biol. 51:463-49

Mora-Aguilar R.; Rodríguez-Pérez, J. E.; Peña-Lomelí, A. y Ramírez-Lazo, V. 2003. Response of *Chamaedorea elegans* Mart. To pregermination treatments. Revista Chapingo Serie Horticultura, 9:135-149.

Sánchez, G. D.; Hernández, G. M. A.; López, R. G. F. y Santiago, L. M. 2004. El cultivo de palma camedor (*Chamaedorea* spp) en sistemas agroforestales de Cuichapa, Veracruz. 2004. Rev. Fitotecnia Mexicana, 27:233-241.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT, 2010). NOM-059-SEMARNAT-2010).

SEMARNAT. 2008. Monitoreo de la palma camedor (*Chamaedorea quezalteca*) en la Reserva de la Biosfera La Sepultura, Chiapas. Comisión Nacional de Áreas Nacionales Protegidas. Dirección de Evaluación y Seguimiento. Subdirección de Monitoreo. 7 p.

www.siap.gob.mx/siacon.html. Consultada el 17 de Febrero de 2012

Zyalalov, A. 2004. Water flows in higher plants: physiology, evolution, and system analysis. Russian Journal Plant Physiology, 51:547-555.

Calidad de harina y masa de trigo harinero de temporal

Víctor Morales, Eliel Martínez, Dulce Santiago y Gilberto Fajardo

V. Morales, E. Martínez, D. Santiago y G. Fajardo

Universidad Tecnológica de Xicotepec de Juárez Pue. AV. Universidad Tecnológica N°1000. Col Tierra Negra. Xicotepec de Juárez, Pue. C.P. 73080.

e-mail:victor_morales79@hotmail.com

M.Ramos.,V.Aguilera.,(eds.) Ciencias Agropecuarias, Handbook -©ECORFAN- Valle de Santiago, Guanajuato, 2014.

Abstract

In 2012, Mexico imported 4.1 million tons of milling wheat. An alternative to diminish the importation is producer of wheat rain fall conditions. The objective of this research was to evaluate the quality of flour and dough of bread wheat rain fall conditions, for wish to used 20 wheat varieties that were planted in two locations in the state of Mexico. The results indicated significant differences between locations and genotype. The location of Santa Lucia present 12.2 % of protein contained, 60.4 ml of sedimentation volume, strong dough ($W > 300 \times 10^{-4} J$) and extensible ($PL = 0.9$), whereas Juchitepec indicated 8.8 % protein contained, 42.7 ml sedimentation volume, were medium strong ($W = 205 \times 10^{-4} J$) and dough tenacious ($PL = 2.1$). An other hand, the varieties Bárcenas S2002, Salamanca S75, Maya S2007, Urbina S2007 and Cortázar S94 showed < 10.5 % protein contained, < 46 ml sedimentation volume, $< 200 \times 10^{-4} J$ strength dough, so these varieties are recommended in the preparation of cookies and tortillas. While that the varieties Monarca F2007, Norteña F2007, Triunfo F2004 and Tlaxcala F2000 indicated > 10.6 % protein contained, > 59 ml sedimentation volume, $W > 300 \times 10^{-4} J$ strong dough, are suitable for use in the baking industry.

25 Introducción

Después del maíz y el frijol, el trigo es una de las tres fuentes más importantes de nutrientes de bajo costo en la dieta del mexicano, sobre todo para las poblaciones rurales y urbanas de escasos recursos. Además, tanto el cultivo de trigo como su procesamiento y consumo, generan una importante derrama económica y un gran número de empleos en varios sectores y actividades de la cadena del sistema producto trigo. Es por esto que el trigo como producto básico y su cultivo son de gran relevancia para el desarrollo socioeconómico de México (Peña *et. al.*, 2008).

El trigo harinero (*Triticum aestivum* L.) y cristalino (*Triticum durum* L.) se cultiva en más de 20 estados de la República Mexicana. Sin embargo, el 80% de la producción se concentra en la zona norte (principalmente en el noroeste) y en Guanajuato, en el ciclo otoño-invierno (O-I) bajo condiciones de riego. El resto se produce, en su mayoría, en regiones del centro y el altiplano central, en el ciclo primavera-verano (P-V) en condiciones de temporal. En año 2012, México consumió 5.4 millones de toneladas (MT) de trigo harinero, mientras que su producción nacional fue de 1.3 MT, de las cuales 0.8 MT fueron de trigos panificables (masa fuerte) y 0.5 MT de trigos galleteros (masa débil), por lo que importó 4.1 MT de los Estados Unidos y Canadá (CANIMOLT, 2012).

Una alternativa para aumentar la producción de trigo harinero panificable en nuestro país, para contribuir a cubrir la demanda de la industria nacional, es incrementar la superficie sembrada bajo condiciones de temporal en zonas donde la siembra de maíz se siniestra debido a las sequías iniciales o heladas tempranas, por lo que el trigo sería una alternativa debido a su menor ciclo de cultivo (Vázquez *et. al.*, 2012).

La producción de trigo de temporal en nuestro país ascendió en 2012 a 180, 966 ton, siendo los principales estados productores Tlaxcala y Edo. de México con 104, 299 y 27 876 ton, respectivamente, lo que representó el 73% de la producción nacional. En el caso específico del Edo. de México para este mismo año se produjeron 27, 876 ton en una superficie de 9, 676 ha, siendo los municipios de Juchitepec e Ixtapaluca los que mayor producción aportaron con 9,292 y 5,800 ton, respectivamente. Adicionalmente Juchitepec presentó el rendimiento promedio mayor en todo el estado con $3.5 \text{ ton} \cdot \text{ha}^{-1}$ (SIAP, 2014).

Una ventaja de estados como Tlaxcala, Edo de México, Puebla e Hidalgo es su cercanía a los principales centros de molienda y consumo, como lo son el Distrito Federal y Estado de México quienes demandan más del 60% del grano que se muele en nuestro país, por lo que su producción pueden ser una opción más para el molinero (CANIMOLT, 2012).

La productividad y la calidad industrial del trigo están controladas principalmente por las características genéticas de la variedad que se cultiva. Sin embargo, estas características son parcialmente modificadas positiva y negativamente por el manejo agronómico (la disponibilidad de nutrientes en el suelo, la fertilización nitrogenada, las flechas de siembra, el control de plagas y enfermedades) y por las condiciones climatológicas que prevalecen durante el ciclo de cultivo (la temperatura ambiental, el fotoperiodo [horas de luz natural] y la disponibilidad de agua). Los criterios de calidad de harinas y sémolas para usos diversos se establecen en base en las propiedades físicas (granulometría, absorción de agua y otras), químicas (cantidad y calidad de proteína) y de procesamiento (tolerancia de la masa al sobre amasado, fuerza y extensibilidad de masa así como volumen de pan), las cuales se determinan principalmente en función de la composición del grano de trigo (Ackroyd *et.al.*, 2014).

Las variedades de trigo que se siembran en las diferentes regiones productoras de México son el resultado de muchos años de investigación por parte del INIFAP y otros centros de investigación. Dentro de los criterios de selección que estas instituciones aplican, la calidad constituye un componente muy importante, al grado de que, al no contener las características de calidad que requiere la industria harinera, muchas líneas experimentales de alto potencial de rendimiento no llegan a convertirse en variedades. Este hecho muestra que en teoría todas las variedades que se siembran en México deben cumplir con los estándares de calidad que para el propósito se exigen. Uno de los argumentos de los industriales en contra de la producción del trigo harinero de temporal es que no reúne las características de calidad demandada por la industria nacional. Por lo que el objetivo de esta investigación fue evaluar la calidad de harina y la reológica de masas obtenidas de variedades de trigo harinero de reciente liberación, cosechadas bajo condiciones de temporal.

25.1 Materiales y métodos

El trabajo de evaluación se realizó en el laboratorio de Farinología del Campo Experimental del Valle de México (CEVAMEX), se encuentra ubicado en Km 13.5 carretera Los Reyes – Texcoco, Coatlinchan, Texcoco, Estado de México.

El material experimental fue obtenido del ciclo de producción primavera-verano 2012. Las 20 variedades seleccionadas fueron obtenidas del campo experimental de Roque- Celaya, Guanajuato (Tabla 25), de las cuales 12 genotipos se recomiendan para su siembra en temporal y 8 para riego.

Tabla 25. Variedades de riego y de temporal utilizadas.

No/PARC	R*	T*	G1*	G2*	G3*	G4*
1.Temporalera(M87)		X		X		
2. Gálvez (M87)		X		X		
3.Salamanca (S86)	X				x	
4.Cortazar(S96)	X				x	
5.Batan (F96)		X		X		
6.Barceñas (S2000)	X				x	
7.Tlaxcala(F2000)		X		X		
8.Nahuatl(F2000)		X		X		
9.Rebeca(F2000)		X		X		
10.Triunfo(F2004)		X		X		
11.Josecha(F2007)	X				X	
12.Monarca(F2007)	X				X	
13.Norteña(F2007)	X				X	
14.Maya (S2007)	X				X	
15.Urbina (S2007)	X				X	
16.Nana(F2007)		X		X		
17.Altiplano(F2007)		X		X		
18.Chicolote("S")		X		X		
19.Don calos		X		X		
20.Sta, lucia		X		X		

Las variedades se produjeron en las localidades de Juchitepec y Santa Lucía en el Estado de México.

El diseño experimental corresponde a las dos localidades como bloques completos y las variedades como tratamientos con tres repeticiones por cada variable respuesta. Las variables respuesta de calidad de la masa evaluadas fueron: volumen de sedimentación (ml), proteína en harina (%), tiempo de amasado (min), estabilidad al amasado (min), tolerancia al sobreamasado (mm), altura del mixograma (mm), fuerza de la masa ($W \times 10^{-4} J$) y la relación tenacidad-extensibilidad (PL).

La determinación de Proteína en harina se realizó por el método de espectrofotometría de infrarrojo cercano, mediante el equipo automatizado FOSS NIR System (AACC Método 39-10). La prueba de sedimentación se realizó mediante el método de Zeleni (AACC Método 56-61). La evaluación reológica de las masas se determinó mediante el uso del alveografo de Chopin utilizando el software Alveolink NG (AACC Método 54-30) y el mixografo (AACC Método 54-40).

El proceso estadístico se realizó utilizando el software SAS versión 9.1, aplicando el análisis de varianza y una prueba de comparación de medias por el método de tukey a $\alpha=0.05$ para identificar las diferencias entre localidades y variedades (SAS, 2002).

25.2 Resultados y discusión

En la Tabla 25.1 se presentan los cuadrados medios del análisis de varianza. Se encontraron diferencias significativas para volumen de sedimentación, proteína en harina, tiempo de amasado, fuerza de la masa y la relación tenacidad-extensibilidad entre localidades y genotipo. Adicionalmente entre localidades hubo diferencias significativas para altura del mixograma. Mismo comportamiento se observó entre genotipos donde no se encontraron diferencias significativas para estabilidad al amasado, tolerancia al sobreamasado y adicionalmente para altura del mixograma. Lo anterior indica que la expresión final de dichas características de la masa son definidas por el genotipo y por el ambiente. Lo anterior concuerda con lo reportado por Hortelano *et al.* (2013); Vásquez *et al.* (2012).

Tabla 25.1 Cuadrados medios del análisis de varianza de variables calidad de la masa de trigo harinero. P-V, 2012.

FV	GL	VS	PH	TA	EA	TSA	ALM	W	PL
Localidad (L)	1	6230.4 **	237.0**	1.2**	0.053ns	0.01ns	2899.2**	513344.4**	27.9**
REP(LOC)	2	49	4.8	0.36	0.44	2.67	15.6	687.6	0.36
Genotipo (G)	19	255.5**	0.75*	0.32*	0.46ns	1.37ns	43.4	45488.3*	1.1**
L*G	19	65.47*	1.2**	0.23	0.31ns	0.75ns	39.2	7381.5**	0.39**
Error	38	28.3	0.3	0.16	0.29	10.5	25.6	1672.3	0.15
Total	79								
Media		51.5	10.5	2.3	2.4	8.8	59.9	314.6	1.4
CV		10.3	5.4	17	22.5	36.7	8.4	12.9	26.3

La localidad de Santa Lucia superó a Juchitepec para las variables de proteína en harina y volumen de sedimentación, lo anterior concuerda con lo reportado por Hruskova y Famera, (2003), quienes asociaron contenidos altos de proteína en harina con volúmenes altos de sedimentación.

Para el caso de las variables de amasado, tiempo, estabilidad y tolerancia, no hubo diferencia significativa entre las localidades analizadas, sin embargo, para altura de mixograma Santa Lucia superó a Juchitepec, debido a que dicha variable se asocia positivamente con mayor porcentaje de proteína en la harina. Por otro lado, con base en su W y PL, Santa Lucia se clasificó como de masa fuerte ($W = 406.5 \times 10^{-4} J$) con mayor extensibilidad ($PL=0.9$), mientras que Juchitepec se caracterizó por presentar masa de fuerza media ($205.9 \times 10^{-4} J$) y tenaz por su $PL= 2.1$.

Tabla 25.2 Comparación de medias entre localidades de temporal de variables de calidad de la masa. P-V, 2012.

Variable/localidad	Santa Lucia	Juchitepec
Proteína en harina (%)	12.2 a	8.8 b
Volumen de sedimentación (ml)	60.4 a	42.7 b
Tiempo de amasado (min)	2.4 a	2.2 a
Estabilidad al amasado (min)	2.4 a	2.3 a
Tolerancia al sobreamasado (mm)	8.8 a	8.8 a
Altura del mixograma (mm)	66.0 a	53.7 b
Fuerza de la masa	406.5 a	205.9 b
Relación tenacidad-extensibilidad	0.9 a	1.1b

El contenido de proteína en harina vario de 9.7% en Rebeca F2000 a 11.1% en Náhuatl F2000. Las variedades Bárcenas S2002, Santa Lucia, Maya S2007, Salamanca S75, Cortazar S94 y Urbina S2007 muestran contenidos de proteína menores de 10.5%, característico de harinas para galleta. Las variedades Náhuatl F2000, Norteña F2007, Tlaxcala F2000, Monarca F2007 presentan contenido de proteína mayores de 10.6%, Cuadro 3.

Los valores para volumen de sedimentación variaron de 35.0 ml en Urbina S2007 a 62.0 ml en Triunfo F2004. De manera general, se observa que las variedades recomendadas para la elaboración de galleta como Maya S2007, Salamanca S75, Cortazar S94 y Urbina S2007, se asocian a menores valores sedimentación, <46 ml, contrario a las variedades panaderas como Triunfo F2004, Náhuatl F2000 y Norteña F2007 que muestran volúmenes mayores a 59 ml.

Tabla 25.3 Comparación de medias entre variedades para volumen de sedimentación (VS) y proteína en harina (PH). P-V, 2012.

variedad	vs (ml)	ph (%)
triunfo f2004	62.0 a [†]	10.8 a
náhuatl f2000	61.5 a	11.1 a
norteña f2007	60.7 a	11.0 a
tlaxcala f2000	59.2 ab	10.8 a
monarca f2007	59.0 ab	10.6 ab
rebeca f2000	56.2 abc	9.70 c
temporalera m87	55.7 abc	10.5 ab
josecha f2007	54.7 abcd	10.1 b
altiplano f2007	53.7 abcd	11.2 a
batan f96	53.5 abcd	10.2 b
chicalote	53.0 abcd	10.7 ab
gálvez m87	52.2 abcd	11.0 a
don carlos	51.5 abcd	10.9 ab
nana f2007	51.2 abcde	10.2 b
bárcenas s2002	46.2 abcde	10.6 ab
santa lucia	44.5 cdef	10.4 b
maya s2007	43.5 cdef	10.1 b
salamanca s75	40.7 def	10.1 b
cortazar s94	37.0 ef	10.3 b
urbina s20074	35.0 f	10.3 b

El tiempo de amasado varió de 1.8 a 2.9 min, para las variedades Maya S2007 a Tlaxcala F2000, respectivamente. Por otro lado, de manera general las variedades recomendadas para panificación presentaron tiempos de amasado de 2.2 a 2.9 min, mientras que las variedades galleteras se asociaron a tiempos de amasado menores a 2.2 min, Cuadro 4. Lo anterior concuerda con Wikstrom y Bohlin (1996) quienes reportaron que mayores tiempos de amasado se asociaron con buena calidad panadera.

Tabla 25.4 Comparación de medias entre variedades para variables de amasado. P-V, 2012.

variedad	ta (min)	ea (min)	tsa (mm)	al (mm)
tlaxcala f2000	2.9 a [†]	2.9 a	7.5 a	61.0 a
náhuatl f2000	2.8 ab	3.0 a	7.0 a	63.0 a
rebeca f2000	2.7 ab	2.6 a	7.5 a	64.7 a
josecha f2007	2.6 ab	2.7 a	7.2 a	60.0 a
altiplano f2007	2.5 ab	2.4 a	7.5 a	57.7 a
monarca f2007	2.5 ab	2.5 a	10.0 a	61.2 a
triumfo f2004	2.4 ab	2.7 a	6.5 a	65.0 a
batán f96	2.4 ab	2.4 a	6.0 a	56.2 a
temporalera m87	2.3 ab	2.9 a	6.7 a	59.2 a
gálvez m87	2.3 ab	2.5 a	8.5 a	54.2 a
barcenass2002	2.3 ab	2.6 a	8.2 a	60.2 a
santa lucia	2.2 ab	2.2 a	12.0 a	65.7 a
nana f2007	2.2 ab	2.2 a	8.7 a	56.7 a
chicalote	2.1 ab	2.2 a	10.0 a	62.2 a
urbina s2007	2.1 ab	2.2 a	10.7 a	58.2 a
salamanca s75	2.1 ab	2.1 a	8.7 a	56.2 a
norteña f2007	2.0 ab	1.8 a	12.7 a	62.7 a
cortazar s94	2.0 ab	1.9 a	10.3 a	57.0 a
don carlos	1.9 ab	2.1 a	10.2 a	60.2 a
maya s2007	1.8 b	1.8 a	11.0 a	56.2 a

La fuerza de la masa vario de 118 a 535 $\times 10^{-4}$ J, dichos valores correspondieron a la variedades Cortazar S94 y Monarca F2007, cuadro 5. Por otro las variedades Bárcenas S2002, Salamanca S75, Maya S2007, Urbina S2007 y Cortázar S94 se caracterizaron por presentar valores de fuerza de la masa menores a 200×10^{-4} J por lo que dichas variedades se recomiendan en la elaboración de galletas y tortillas, además que pueden ser usadas en mezclas con harinas de masas fuertes-tenaces. En este mismo cuadro se observa que el resto de las variedades se clasificaron como de masa medio fuerte a fuerte, por sus W mayores a 200, estas variedades de mayor fuerza son apropiadas para su uso en la industria de la panificación. Lo anterior concuerda con Neacsu *et al.* (2009) quienes asociaron masa fuerte con mayor volumen de pan. El rango de PL fue de 2.4 en Josecha F2007 a 0.5 en Gálvez M87. Valores de PL > 1.2 se clasifican como masas tenaces, por lo que, la mayoría de las variedades fuertes se asociaron a este tipo de masas. Mientras que las variedades de masas débiles como: Bárcenas S2002, Salamanca S75, Maya S2007, Urbina S2007 y Cortázar S94 mostraron valores de PL < 1.2, las cuales se clasificaron como masas extensibles.

Tabla 24.5 Comparación de medias entre variedades para fuerza (W) y la relación tenacidad-extensibilidad (PL) de la masa. P-V, 2012.

variedad	w (x10 ⁻⁴ j)	pl (0.1-6.0)
monarca f2007	535.0 a [†]	1.8 abcd
norteña f2007	513.0 ab	1.6 abcde
náhuatl f2000	484.0 abc	1.6 abcde
triunfa f2004	473.0 abcd	1.9 abc
rebeca f2000	471.0 abcd	1.4 abcde
tlaxcala f2000	422.6 abecda	1.8 abc
temporera m87	402.0 bcde	1.6 abcde
altiplano f2007	399.5 bcde	1.8 abc
josecha f2007	378.0 cdef	2.4 a
bátan f96	359.7 defg	2.0 ab
chicalote	303.5 efgh	1.6 abcde
nana f2007	301.5 efgh	1.7 abcd
don carlos	299.7 efgh	1.4 abcde
gálvez m87	255.0 fg hi	0.5 e
santa lucia	240.2 ghij	2.0 abc
bárcenas s2002	185.5 hij	0.9 bcde
salamanca s75	180.7 hij	0.8 cde
maya s2007	163.7 ij	1.0 bcde
urbina s2007	136.7 ij	0.6 de
cortázar s94	118.7 j	1.0 bcde

25.3 Conclusiones

Las variedades cosechadas en ambientes de temporal del estado de México mostraron variables de calidad de la masa apropiadas para su uso en la industria galletera o de panificación.

La localidad de Santa Lucia favoreció el contenido de proteína así como la fuerza y extensibilidad de la masa, mientras que Juchitepec se asoció con mayor tenacidad de la masa.

Mediante la evaluación de la fuerza de la masa y la relación tenacidad extensibilidad es posible identificar las localidades y variedades que favorecen o disminuyen estas características, información útil para el industrial para clasificar la calidad de la cosecha.

25.4 Agradecimientos

Este trabajo fue apoyado por el Fondo Sectorial SAGARPA-CONACYT-COFUPRO. Proyecto No. 146788.

La Estancia de Investigación se realizó en el Laboratorio del Farinología del CEVAMEX-INIFAP.

La Universidad Tecnológica de Xicotepec de Juárez Puebla apoyo la estancia de investigación mediante el programa de movilidad docente con recurso de PIFI.

25.5 Referencias

- American Association of Cereal Chemists. 2000. Approved Methods of the AACC, 10th ed. The Association: St. Paul, MN.
- Aykroyd W. R., Doughty Joyce, (1978). El trigo en la alimentación humana. Fao Inter-Departmental Working Group. Pág. 4-7.
- Bloksma, A. H., and Bushuk, W. (1988). Rheology and chemistry of dough. In: Wheat: Chemistry and Technology. Y. Pomeranz, ed. Am. Assoc. Cereal Chem.: St. Paul, MN. Pages 131-217.
- CANIMOLT (2012). Reporte Estadístico al 2012. Cámara Nacional de la Industria Molinera de Trigo, México.
- Hortelano S R R; Villaseñor Mir H E; Martínez C E; Rodríguez G M F; Espitia R E; Mariscal A L A. (2013). Estabilidad de variedades de trigo recomendadas para siembras de temporal en los Valles Altos de la Mesa Central. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. 4(5): 713-725.
- Hruskova M. and Famera O. (2003). Prediction of wheat and flour Zeleny sedimentation value using NIR technique. Czech J. Food Sci. 21: 91-96.
- Neacsu, A., Stanciu, G. and Săulescu, N.N. 2009. Most suitable mixing parameters for use in breeding bread wheat for processing quality. Cereal Research Communications 37: 83-92.
- Peña Bautista, R.J., Pérez Herrera, P., Villaseñor Mir, E., Gómez Valdez, M.M., Mendoza Lozano, M.A. (2008). Calidad de la cosecha de trigo en México. Ciclo primavera-verano 2007. MEXICO D.F. Pág. 1-5.
- SAS Institute (2002). SAS/STAT User's Guide: GLM VARCOMP. 6.04. Fourth edition Cary, NC, USA. pp: 891-996.
- SIAP (2014). Servicio de información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera. Obtenido de la red. www.siap.gob.mx. Marzo 2014.
- Vázquez D., Berger A. G., Cuniberti M., Bainotti C., Zavariz de Miranda M., Scheeren P. L., Jobet C., Zúñiga J., Cabrera G., Verges R., y Peña R. J. (2012). Influence of cultivar and environment on quality of Latin American wheats. Journal of Cereal Science 56 (2012) 196-203.
- Wikstrom K. and Bohlin L. (1996). Multivariate analysis as a tool to predict bread volume from mixogram parameters. Cereal Chem. 73(6): 686-690.

Apéndice A . Consejo Editor Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato

Aguilera Santoyo-Virginia, PhD
Rectora de la Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato.

Gordillo Sosa- José Antonio, cPhD
Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato
Tecnologías de la Información y Comunicación

Contreras Medina-David Israel, cPhD
Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato
Ingeniería en Negocios y Gestión Empresarial

Corral García-María del Socorro, MsC
Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato
Mecánica y Mantenimiento Área Industrial

Ramírez Cano- Teresa, MsC
Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato
Desarrollo de Negocios y Contaduría

Rivas García-Olimpia Liliana, MsC
Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato
Coordinación Académica

Moreno Villanueva-Emanuel, MsC
Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato
Ingeniería en Metal Mecánica

Pérez Ríos-Miriam Estelina, MsC
Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato
Procesos Alimentarios

Apéndice B . Consejo Editor ECORFAN

Ángeles Castro- Gerardo, PhD
Instituto Politécnico Nacional, Mexico

Guzmán Hurtado- Juan, PhD
Universidad Real y Pontifica de San Francisco Xavier, Bolivia

Peralta Ferriz- Cecilia, PhD
Washington University, E.U.A

Yan Tsai- Jeng, PhD
Tamkang University, Taiwan

Miranda Torrado- Fernando, PhD
Universidad de Santiago de Compostela, España

Palacio- Juan, PhD
University of St. Gallen, Suiza

David Feldman- German, PhD
Johann Wolfgang Goethe Universität, Alemania

Guzmán Sala- Andrés, PhD
Université de Perpignan, Francia

Vargas Hernández- José, PhD
Keele University, Inglaterra

Hira- Anil , PhD
Simon Fraser University, Canada

Villasante – Sebastian, PhD
Royal Swedish Academy of Sciences, Suecia

Navarro Frómeta -Enrique, PhD.
Instituto Azerbaidzhan de Petróleo y Química Azizbekov, Rusia

Beltrán Morales -Luis Felipe, PhD.
Universidad de Concepción, Chile

Araujo Burgos -Tania, PhD.
Universita Degli Studi Di Napoli Federico II, Italia

Pires Ferreira Marão- José , PhD
Federal University of Maranhão, Brasil

Luo- Yongli, PhD
Wayland Baptist University, Texas

Pacheco Bonrostro- Joaquín, PhD
Universidad de Burgos, España

García y Moisés– Enrique, PhD
Boston University, E.U.A

Raúl Chaparro- Germán , PhD
Universidad Central, Colombia

Ordóñez Gutiérrez -Sergio,PhD.
Université Paris Diderot , Francia.

Gandica de Roa- Elizabeth, PhD
Universidad Católica del Uruguay, Montevideo

Segovia Vargas- María , PhD
Universidad Complutense de Madrid, España

Laguna- Manuel, PhD
University of Colorado, E.U.A

Salgado Beltrán- Lizbeth, PhD
Universidad de Barcelona, España

Quintanilla Cóndor- Cerapio, PhD
Universidad Nacional de Huancavelica, Peru

García Espinosa- Cecilia, PhD
Universidad Península de Santa Elena, Ecuador

Bardey- David, PhD
University of Besançon, Francia.

Ibarra Zavala-Darío,PhD
New School for Social Research,E.U.A

Cobos Campos -Amalia, PhD
Universidad de Salamanca, España

Alvarez Echeverría -Francisco, PhD.
University José Matías Delgado, El Salvador.

Rocha Rangel -Enrique, PhD
Oak Ridge National Laboratory, E.U.A

Tutor Sánchez -Joaquín PhD
Universidad de la Habana, Cuba.

Verdegay Galdeano -José-, PhD
Universidad de Granada, España.

Ruiz Aguilar -Graciela, PhD
University of Iowa, E.U.A

Soria Freire -Vladimir, PhD
Universidad de Guayaquil, Ecuador.

Beltrán Miranda -Claudia, PhD
Universidad Industrial de Santander, Colombia

Apéndice C . Comité Arbitral Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato

Barrón Adame- José Miguel, PhD
Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato
Tecnologías de la Información y Comunicación

Ramírez Lemus-Lidia, PhD
Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato
Desarrollo de Negocios Área Mercadotecnia

Ramírez Minguela-José de Jesús, PhD
Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato
Mecánica Área Industrial

Rosales García-Juan, PhD
Universidad de Guanajuato
Ingeniería Eléctrica

Thomson López-Reynaldo, PhD
Universidad de Guanajuato
Gestión Empresarial

Gómez Aguilar- José Francisco, PhD
Universidad Autónoma de México
Materiales

Córdova Fraga- Teodoro, PhD
Universidad de Guanajuato
Físico Médica

Ruiz Pinales- José, PhD
Universidad de Guanajuato
Eletrónica

González Parada- Adrián, PhD
Universidad de Guanajuato
Ingeniería Eléctrica

Guzmán Cabrera- Rafael, PhD
Universidad de Guanajuato
Ingeniería Eléctrica

Ireta Moreno- Fernando, PhD
Universidad de Guanajuato
Ingeniería Eléctrica

Arroyo Figueroa- Gabriela, PhD
Universidad de Guanajuato
Procesos Agroindustriales

Mercado Flores- Juan, PhD
Universidad de Guanajuato
Bioquímica de Alimentos

López Orozco- Melva, PhD
Universidad de Guanajuato
Bioquímica de Alimentos

Quintanilla Domínguez-Joel, cPhD
Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato
Tecnologías de la Información y Comunicación

Pérez García-Vicente, cPhD
Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato
Ingeniería en Metal Mecánica

Aguilar Moreno-Antonio Alberto, cPhD
Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato
Mecánica Área Industrial

Rodríguez Muñoz-José Luis, cPhD
Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato
Mecánica Área Industrial

Aguirre Puente- José Alfredo, MsC
Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato
Tecnologías de la Información y Comunicación

Huerta Mascote- Eduardo Huerta, MsC
Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato
Tecnologías de la Información y Comunicación

Rico Moreno- José Luis, MsC
Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato
Tecnologías de la Información y Comunicación

Cano Contreras-Martín, MsC
Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato
Tecnologías de la Información y Comunicación

Ferrer Almaraz-Miguel Almaraz, MsC
Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato
Mecánica Área Industrial

Arreguín Cervantes-Antonio, MsC
Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato
Mecánica Área Industrial

Ledesma Jaime-Reynaldo, MsC
Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato
Mecánica Área Industrial

Avilés Ferrera-José Josías, MsC
Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato
Ingeniería en Mantenimiento Industrial

Mendoza García- Patricia del Carmen, MsC
Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato
Desarrollo de Negocios Área Mercadotecnia

Almanza Serrano-Leticia, MsC
Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato
Desarrollo de Negocios Área Mercadotecnia

Ramírez Barajas-Alejandro, MsC
Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato
Ingeniería en Negocios y Gestión Empresarial

Santamaría Ramírez-Yuridia Guadalupe, MsC
Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato
Ingeniería en Negocios y Gestión Empresarial

Uribe Plaza- Guadalupe, MsC
Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato
Ingeniería en Negocios y Gestión Empresarial

Silva Contreras-Juan, MsC
Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato
Contaduría

Andrade Oseguera-Miguel Ángel, MsC
Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato
Contaduría

Ambriz Colín-Fernando, MsC
Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato
Mantenimiento Área Industrial

Cano Ramírez-Jaime, MsC
Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato
Mantenimiento Área Industrial

Acosta Navarrete-María Susana, MsC
Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato
Procesos Alimentarios

Morales Félix-Verónica, MsC
Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato
Procesos Alimentarios

Castañeda Ramírez-José Cristóbal, MsC
Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato
Procesos Alimentarios

López Ramírez-María Elena, MsC
Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato
Agricultura Sustentable y Protegida

Guzmán Sepúlveda-José Rafael, MsC
Universidad Autónoma de Tamaulipas
Mecatrónica

Tapia Ortega- José Noé, MsC
Universidad De La Salle Bajío
Coordinador de Maestría en Admón. Educativa

Guía Calderón- Manuel, MsC
Universidad de Guanajuato
Ingeniería Eléctrica

Hernández Fusilier- Donato, MsC
Universidad de Guanajuato
Ingeniería Electrónica

Mosqueda Serrano- Fátima del Carmen, MsC
Universidad Tecnológica del Norte de Guanajuato
Gastronomía

Rodríguez Vargas- María de Jesús, BsC
Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato
Tecnologías de la Información y Comunicación

Carmona García-Nélida, BsC
Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato
Desarrollo de Negocios Área Mercadotecnia

Núñez Ledesma- Marcela Alejandra, BsC
Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato
Diseño y Moda Industrial área Producción

Rodríguez Sánchez-Marcos, BsC
Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato
Mantenimiento Área Industrial

Maciel Barajas-Gloria Elena, BsC
Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato
Procesos Alimentarios

Pérez Rios- Lenin Waldir, BsC
Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato
Procesos Alimentarios

