



Agraria

Nueva Epoca

ISSN 0186-8063

Año II, Vol. 1, Número 2 · Mayo - Agosto 2005 · Buenavista, Saltillo, Coah., México

Editorial

Especies industrializables de Zonas Áridas y Semiáridas de México para una Agricultura Sustentable

Pág.5

Análisis Comparativo de Costos y Rentabilidad del Cultivo de Sábila (Aloe barbadensis Miller)

Pág.35

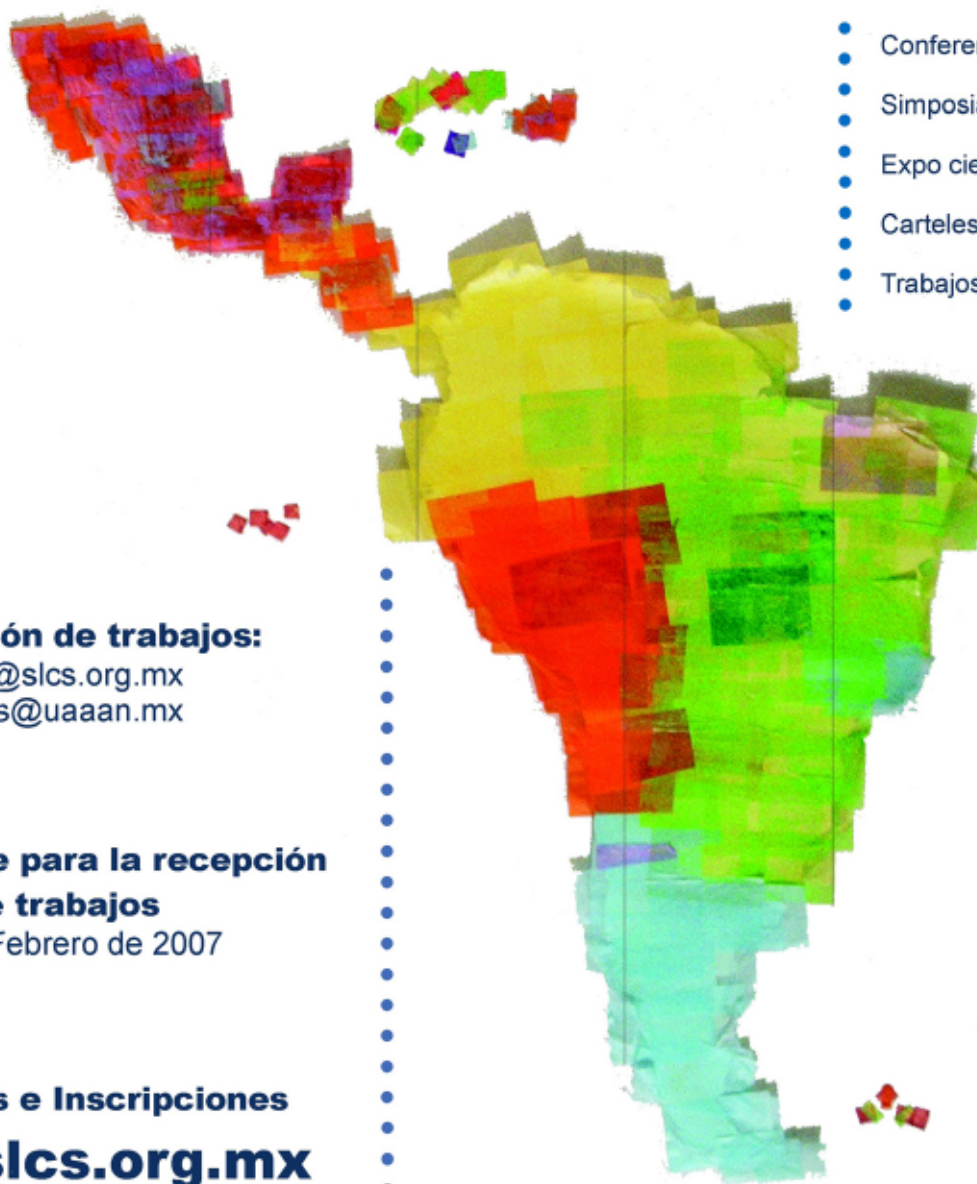


Del 17 al 21 de septiembre de 2007
León, Guanajuato, México



XVII Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo

“Juntos por la preservación del recurso suelo”



- Conferencia magistral
- Simposia
- Expo científica y comercial
- Carteles
- Trabajos libres

Recepción de trabajos:

lbrs@slcs.org.mx
clacs@uaaan.mx

Fecha límite para la recepción de trabajos

15 de Febrero de 2007

Informes e Inscripciones

www.slcs.org.mx



DIRECTORIO

Dr. Luis Alberto Aguirre Uribe
Rector

M. C. Luis Lauro de León González
Director General Académico

Dr. Adalberto Benavides Mendoza
Director de Investigación

Dr. Andrés Martínez Cano
Subdirector de Programación y Evaluación

Ing. Pedro Recio del Bosque
Subdirector de Operación de Proyectos

UNIDAD LAGUNA

Dr. Esteban Favela Chávez
Subdirector de Investigación

Comité Editorial

Dr. Miguel A. Capó Arteaga
Editor en Jefe

Dr. Jesús Valdés Reyna
Editor Ejecutivo

Editores Técnicos

Dr. José L. Puente Manríquez
Fitomejoramiento, Unidad Laguna

Dr. Raúl Rodríguez García
Riego y Drenaje

Dr. Jesús M. Fuentes Rodríguez
Producción Animal

Diseño y Formación

Miguel A. Estrada Villarreal

Secretario de Producción

M. Ed. Víctor M. López González

Colaboradores

M. C. Ricardo Cuéllar Flores

M. C. Cecilia Burciaga Dávila

M. C. José H. Rancaño Arrijo

Agraria -Nueva Epoca- es una publicación científica, cuatrimestral, de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, con domicilio conocido en Buenavista, Saltillo, Coah., México y se imprime en sus Talleres Gráficos.

Tiraje 1000 ejemplares

http://www.uaaan.mx/DirInv/portal_agraria/portal.htm · email: agraria_ne@uaaan.mx

Tel (844) 411-02-00, Ext. 2404 · Fax 411-02-11

Agraria -Nueva Epoca- está indexada en Latindex (Directorio de publicaciones Científicas seriadas de América Latina, el Caribe, España y Portugal), [http:// www.latindex.org/larga.php?opcion=1&folio=15150](http://www.latindex.org/larga.php?opcion=1&folio=15150) según folio 1550 de fecha 07-03-2006.



Centéotl, deidad azteca de la agricultura, es una advocación de Chicomecóatl, diosa del maíz. La Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en su afán de rescatar los valores del pasado histórico de México, la ha adoptado como logotipo de su revista científica, como símbolo que evoca y reafirma nuestras raíces culturales

NUESTRA PORTADA. Composición: al fondo el nuevo edificio administrativo de la UAAAN en el Campus Buenavista de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, y al frente un grupo de especies típicas de las zonas áridas en las que se encuentra enclavada la Institución .

Normas Editoriales

Tipo de materiales para publicación

La revista **Agraria -Nueva Epoca-** acepta, para su publicación, materiales en español e inglés, sobre temas relacionados con las ciencias agrícolas, pecuarias y forestales, incluyendo las áreas de ingeniería, agroindustria y socioeconómicas. Todo material deberá venir acompañado de la solicitud correspondiente.

Estos materiales pueden ser artículos científicos, notas de investigación o ensayos.

Los materiales que se envíen para su publicación deberán ceñirse a las normas que, para tal efecto establezca **Agraria -Nueva Epoca-** y estarán sujetos a revisión y arbitraje por el Comité Editorial de la revista -o por quienes éste designe-, como requisito previo a su publicación.

No se aceptan trabajos ya publicados, o que estén sometidos a consideración en otros medios científicos de difusión.

Es de desear que la realización de la investigación, cuyos materiales sean enviados para su publicación, no exceda de 4 años anteriores a la fecha de su remisión.

Formato

El respeto a las siguientes indicaciones respecto al formato solicitado facilitará grandemente nuestro trabajo de edición.

Textos

Los textos, con todos sus anexos, deberán enviarse empaquetados (nosotros preferimos WinZip), sin contraseñas de seguridad, por correo electrónico, escritos en un procesador de textos de uso común (preferimos Word), en formato tamaño carta (21.57 x 27.94 cm), sin sangría, y a renglón seguido, con márgenes de 2.5 cm por lado. Agradeceremos evitar nombres de archivo excesivamente largos o con espacios en blanco. Los textos se redactarán en un tipo formal conocido ttf (True Type Font) tales como Arial, Times New Roman o similares, de 12 puntos. Las notas se escribirán en 9 puntos.

Todos los renglones, incluidos los encabezados, se iniciarán, invariablemente, a partir del margen izquierdo, sin sangría.

Todos los encabezados, independientemente de su orden, se escribirán en altas y bajas, y negrillas.

Los párrafos se escribirán sin pasar renglón entre ellos; para separarlos, a fin de hacer el texto fácil de leer y corregir, se utilizará el formato automático de párrafo del procesador, para darles un espaciado posterior de 6 puntos.

Las palabras no se separarán, en ningún caso, por sílabas. Es conveniente desactivar el comando automático de inserción de guiones (*hyphenation*) de su procesador.

El material no deberá exceder de 520 líneas para artículos científicos y ensayos, y de 200 líneas para una nota científica, incluidos cuadros y figuras.

Las unidades que se empleen serán las del Sistema Internacional de Unidades (<http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/unidades/unidades/unidades.htm>)

Las páginas, al igual que los cuadros y las figuras, se numerarán progresivamente con números arábigos.

Cuadros y figuras. Los cuadros y las figuras contendrán sólo la información esencial y en ningún caso repetirán los datos que se presenten en el texto, o en otra forma. Cuadros y figuras deben ser claros, simples, concisos e ilustrativos.

Los cuadros no excederán, en ningún caso, los márgenes de impresión arriba mencionados y deberán presentarse en el cuerpo del texto, con el formato correspondiente, con las columnas separadas por tabulaciones, sin espacios a mano, y en la posición en que se espera que aparezcan, con el número de orden correspondiente.

En los cuadros se empleará sólo el número de cifras significativas necesarias para destacar el punto que se desee.

Los cuadros se realizarán en formato básico con tres líneas horizontales continuas: al inicio del cuadro, al inicio del cuerpo del cuadro (no en el encabezamiento) y al final. El campo y el encabezamiento de las columnas se pueden dividir a conveniencia del autor. No se deben añadir líneas verticales. Los encabezamientos, de columnas y líneas, se escribirán con minúsculas, excepto la primera letra de la oración. Las unidades se colocan debajo de la segunda línea horizontal, como en el ejemplo que se proporciona.

Las figuras tampoco excederán, en ningún caso, los márgenes de impresión establecidos. La posición que vaya a ocupar cada figura, deberá estar indicada en el texto con negrillas, en renglón aparte, con el número correspondiente.

Cada figura se enviará en archivo por separado, en formato tif (compresión LZW), o jpg, con el tamaño exacto en que se pretende que aparezca en la publicación, en una resolución no inferior a 150 pixeles por pulgada, con el número que le corresponda (p. ej: fig01.jpg).

Los puntos experimentales deberán marcarse visiblemente. Para dividir los ejes, se escogerán intervalos constantes para cada uno. Los mosaicos fotográficos deberán entregarse montados en un solo archivo gráfico (tif, o jpg), totalmente terminados. El aumento de las microfotografías debe indicarse en la leyenda.

En archivo por separado se enviará un listado de las figuras incluidas en el material enviado, con el número de orden y el pie de grabado correspondientes (p. ej.: listafigs.doc)

Las figuras pueden ser fotos a color o en tonos de gris -según sea su original-, gráficas (de preferencia a color), ilustraciones, dibujos, o grabados (de preferencia a color).

Los cuadros deberán redactarse en el mismo procesador de textos y formato señalado arriba.

Las ecuaciones, si las hubiera, se insertarán en el texto con un editor de ecuaciones compatible con su procesador.

Notas de pie de página

Sólo se podrán utilizar, cuando sean absolutamente indispensables, para identificar información adicional y se numerarán progresivamente en el texto. Los asteriscos se reservarán para indicar significancia a 5% (*) y 1% (**), respectivamente. En el pie de grabado -o de cuadro- se incluirán las notas o llamadas que sean pertinentes, y serán señaladas con números arábigos.

Citas bibliográficas

Las citas bibliográficas deberán ser de literatura reciente, relevante y sólo las exclusivamente necesarias para sustentar los planteamientos hechos.

Más detalles en http://www.uaaan.mx/DirInv/Convoc/conv_web/normas.htm, o http://www.uaaan.mx/DirInv/portal_agraria/portal.htm

Contenido

Normas Editoriales / <i>Instructions for authors</i>	2
Convocatoria/ <i>Paper call</i>	4
Editorial / <i>Editorial</i>	
Especies industrializables de Zonas Áridas y Semiáridas de México para una Agricultura Sustentable <i>Mexican arid and semiarid species suitable for industrialization for a sustainable agriculture</i>	5
Artículos / <i>Articles</i>	
Estabilidad de la Producción Comercial de Clones Promisorios de Papa (<i>Solanum tuberosum</i> L.) para el Noreste de México · Víctor M. González-Vázquez, Víctor M. Parga-Torres, Víctor M. Zamora-Villa y Enrique Gustavo Charles-Cárdenas. <i>Stability of commercial production of promissory potato clones (<i>Solanum tuberosum</i> L.) for the Northeast of Mexico</i>	6
Relación entre Fracciones de Proteínas con la Germinación, Vigor y Sanidad en Semilla de Maíz · María Alejandra Torres-Tapia , Mario E. Vázquez-Badillo, Víctor M. Zamora-Villa, Rosalinda Mendoza-Villarreal. <i>Relation among protein fractions with germination, vigor and health in maize seed</i>	12
El Sector Agroalimentario en la Estrategia de Crecimiento y Desarrollo de México: de la Sustitución de Importaciones a la Liberalización Comercial · Elvia Esthela Romero-Durán. <i>The agroalimentary sector in Mexico's growth and development strategy: from imports substitution to free trade</i>	22
Análisis Comparativo de Costos y Rentabilidad del Cultivo de Sábila (<i>Aloe barbadensis</i> Miller) · Gumerindo Alvarez-Moreno <i>Comparative analysis of cost and profitability of Aloe vera (<i>Aloe barbadensis</i> Miller) cultivation</i>	35
Características de la Industria de la Sábila en el Valle del Río Grande de Texas · Gumerindo Álvarez-Moreno y Jaime A. Matus-Gardea <i>Features of the Aloe vera industry in the Rio Grande Valley of Texas</i>	41

CONVOCATORIA

La Dirección de Investigación de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

CONVOCA

a los investigadores, nacionales y extranjeros, interesados en publicar artículos científicos, a enviar sus contribuciones a la revista **Agraria -Nueva Epoca-**, bajo las siguientes bases:

Los trabajos recibidos se someterán al proceso de revisión descrito en las *Normas Editoriales* de la Revista.

Se recibirán contribuciones inéditas de todos los interesados, nacionales o extranjeros, en español o inglés.

Los artículos deberán versar sobre temas de contenido agrícola, pecuario, forestal, y socioeconómico del entorno regional, nacional e internacional.

Las modalidades de publicación son las siguientes:

Artículo científico

Es el resultado de un trabajo de investigación en el cual se aplicó, de forma rigurosa, el método científico, estudiando el efecto que tienen diferentes tratamientos sobre la respuesta medible de un sistema, como metodología para comprobar o rechazar una hipótesis claramente establecida en el trabajo.

Los artículos científicos que se envíen deberán constar de las siguientes partes: Título, Título en inglés, Autor(es), Institución(es) de adscripción y datos de localización del autor responsable (domicilio, teléfono, fax, e-mail), Abstract, que es la traducción al inglés del Resumen, incluidas las palabras clave; Resumen, que incluirá al pie las palabras clave hasta un máximo de seis, Introducción, Materiales y métodos, Resultados y discusión, Conclusiones, Literatura citada, Agradecimientos.

Ensayo científico

Consiste en el análisis crítico de una recopilación actualizada de artículos científicos, informes de investigación, o materiales similares, en los que el autor o autores aportan su opinión personal sobre un tema, estableciendo conclusiones respecto al estado actual del conocimiento sobre el mismo.

Partes de que consta el Ensayo: Título, Título en inglés, Autor(es), Institución(es) de adscripción y datos de localización del autor responsable (domicilio, teléfono, fax, e-mail), Abstract, que es la versión al inglés del Resumen, incluye las palabras clave, Resumen, incluidas las palabras clave hasta un máximo de siete, Introducción, Desarrollo del tema, con los subtítulos que se estimen convenientes, Discusión, cuando proceda, Conclusiones, Literatura citada.

Nota de investigación

Son materiales basados en trabajos experimentales que, sin perjuicio del método y rigor científicos, presentan aspectos metodológicos innovadores o resultados que, por su carácter novedoso, el autor considera de interés publicar antes de finalizar su investigación.

La nota, aunque de menor extensión, cubre todos los aspectos relevantes del proceso de investigación. Su estructura es similar a la del artículo científico, y trata cada uno de sus apartados, con menor profundidad y detalle, aunque no tiene que incluir los encabezados.

La excepción a lo anterior son el Abstract, que se omite, y la Literatura citada, apartado que deberá incluirse expresamente.

De ser necesario, podrán incluirse -también- algún cuadro o ilustración, cuando resulten relevantes para la mejor comprensión de la nota.

Los trabajos a publicar deberán hacerse llegar en versión electrónica, acompañados de una solicitud, de conformidad con las especificaciones marcadas en las Normas Editoriales arriba mencionadas, a la siguiente dirección electrónica: agraria_ne@uaaan.mx, con atención a:

Editor en Jefe de la Revista Agraria -Nueva Epoca-

Dirección de Investigación, UAAAN, Domicilio conocido, Buenavista,

Saltillo, Coahuila, México. CP. 25315

Para mayor información respecto a esta Convocatoria visite http://www.uaaan.mx/DirInv/portal_agraria/portal.htm para consultas diríjase al Editor en Jefe: agraria_ne@uaaan.mx.

Editorial

Especies industrializables de Zonas Áridas y Semiáridas de México para una Agricultura Sustentable

En México existe una gran diversidad de plantas que se utilizan desde tiempo inmemorial como fuente de materiales para la elaboración de medicamentos, bases para cosméticos y materia prima para la preparación de alimentos. Incluso en zonas aparentemente no productivas, tales como las zonas áridas y semiáridas, donde la vegetación parece escasa, algunas especies se utilizan, hoy en día, como fuente de estos materiales con un impacto económico apreciable, tanto a nivel nacional como internacional.

Un ejemplo muy claro de lo anterior es la planta de candelilla que produce un tipo de cera de gran calidad que es usada como base en innumerables líneas de producción industrial que van desde la elaboración de productos alimenticios para consumo humano hasta la cosmetología, la farmacéutica, la fabricación de aislantes eléctricos y aun algunos componentes para computación.

Otras especies con un uso muy actual en México son la gobernadora (*Larrea tridentata*), la hojásén (*Flourensia cernua*), el nopal (*Opuntia* sp.), una planta que, en su gran diversidad, sirve tanto como fuente de alimento para el ser humano como para el ganado, y la sábila (*Aloe vera*), aunque hay que precisar que ésta última es una especie introducida y adaptada a ciertos microclimas de las zonas semiáridas del Norte de México, en donde se ha aclimatado muy favorablemente, convirtiéndose en una fuente notable de recursos renovables para ramas industriales de alto rendimiento tales como la cosmetología y la farmacéutica.

Las especies arriba mencionadas y muchas otras más, cuyos productos representan un apreciable nicho de mercado para su comercialización, podrían ser aprovechadas por los productores como una alternativa, social y económicamente viable de sus cultivos de subsistencia y que podrían proporcionarles ingresos adicionales.

Las especies de las zonas semiáridas tienen un elevado potencial como una fuentes renovables de materias primas, pero sus posibilidades económicas se han basado, hasta ahora, únicamente en la extracción de un solo producto; esta perspectiva limitada ha demostrado no ser la más recomendable ya que la mayoría de las especies que no tienen una posibilidad económica muy evidente, parecen poco atractivas para los inversionistas que podrían estar, eventualmente, interesados en su cultivo, producción y comercialización, a pesar del hecho de que algunas de ellas pueden ser fuente de productos químicos aplicables en ramas industriales de lo más diverso.

Por lo anterior es muy importante considerar un enfoque más amplio hacia estas especies, desde el planteamiento mismo de la investigación científica hasta el momento de los posibles usos y aplicaciones de sus resultados, con miras al aprovechamiento integral de cada especie, que proporcionen, tanto al inversionista como al productor, un mayor valor agregado en su explotación racional para que, de esta manera, sean mejor aprovechadas bajo condiciones de cultivo intensivo, proporcionando un medio adicional de subsistencia a los habitantes de las zonas más marginadas del país, así como un margen atractivo de beneficio para los capitales.

Estabilidad de la Producción Comercial de Clones Promisorios de Papa (*Solanum tuberosum* L.) para el Noreste de México

Víctor Manuel González-Vázquez¹, Víctor Manuel Parga-Torres², Víctor Manuel Zamora-Villa^{3*} y Enrique Gustavo Charles-Cardenas³.

^{1y 3}Departamento de Fitomejoramiento, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista,

*Autor responsable: v zamvil@uaaan.mx.

²Programa de Papa, Campo Experimental Saltillo, INIFAP: vparga@avantel.net.

Recibido: Octubre, 2004. Aceptado: Marzo, 2006.

Abstract. *Stability of commercial production of promissory potato clones (Solanum tuberosum L.) for the Northeast of Mexico.* Because of the boom in consumer demand of fried potatoes and fast food, in the decade of 1990 some varieties with good processing characteristics were introduced. These varieties are highly affected by the biotic and abiotic conditions of the region. In this research the stability of commercial production was evaluated for four potato promissory clones and the Alpha and Atlantic commercial varieties, under a complete-block randomized design with three replications, in ten environments in northeastern Mexico. A combined variance analysis was performed to determine if there was or there was not a genetic environmental variance. In order to detect variability among genotypes, and estimate a difference among the test environments, to determine the stability of genotypes, the methodology proposed by Eberhart and Russell (1966) was applied. According to results, as far as stability and prediction yield are concerned, the 91-25-4, 91-9-3 and 91-10-1 clones are desirable materials for multiplying and releasing as varieties for the potato producing area of northeastern Mexico.

Key words: *Solanum tuberosum*, promissory clones, stability, yield.

Resumen. Debido al auge del consumo de papa frita y de las comidas rápidas en la década de los años 90, en la región se introdujeron variedades de este cultivo con características apropiadas para tal propósito. Estas variedades son altamente susceptibles a las condiciones bióticas y abióticas de la región. En esta investigación se evaluó la estabilidad de la producción comercial de cuatro clones promisorios de papa y las variedades comerciales Alpha y Atlantic, en 10 ambientes del noreste de México, bajo un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones. Con el propósito de determinar si existía o no varianza genético-ambiental, de detectar la variabilidad entre genotipos y de estimar las diferencias entre los ambientes de prueba, se realizó un análisis de varianza combinado; para determinar la estabilidad de los genotipos, se utilizó la metodología propuesta por Eberhart y Russell (1966). Según este estudio, por su estabilidad y predicción del rendimiento, los clones 91-25-4, 91-9-3 y 91-10-1 son materiales deseables para multiplicar y liberar como variedades en la zona papera del noreste de México.

Palabras clave: *Solanum tuberosum*, clones promisorios, estabilidad, producción.

Introducción

Debido al auge de las comidas rápidas y al consumo de papas fritas (hojuela), a principios de la década de los 90 se inició la introducción de variedades de papa con características deseables para la industria; sin embargo, tales variedades han mostrado alta susceptibilidad a las

principales enfermedades, así como a las temperaturas extremas adversas, y al pH alcalino de los suelos de la región noreste de México. Por otro lado, es posible que en los materiales importados se hayan introducido organismos dañinos, algunos de ellos con carácter cuarentenario.

En general, existe un parentesco cercano entre todos

los cultivares norteamericanos. Las variedades multiplicadas en Europa también deben estar estrechamente interrelacionadas, ya que no se ha realizado un mayor esfuerzo por ampliar su base genética. Cuando se usan estos cultivares en el mejoramiento, la progenie resultante tendrá cierto grado de endocría, producto del grado de parentesco con sus progenitores, lo cual puede reducir su rendimiento y estabilidad (Estrada, 1999). Dado el alto grado de endocría, se requieren miles de clones para seleccionar al menos uno como variedad promisorio (Mendoza, 1984). Tal situación ha ocasionado una alta dependencia de los agroquímicos, debido a la baja resistencia a las enfermedades y falta de adaptación a las condiciones adversas (Spiertz *et al.*, 1996).

La interacción genotipo ambiente (IGA), se produce por la respuesta diferencial de los genotipos a las diversas condiciones del medio ambiente; su efecto es limitar la precisión de estimaciones de rendimiento y complicar la identificación de genotipos específicos para ambientes también específicos (Crossa *et al.*, 1990). Para facilitar la identificación de genotipos con buena adaptación y rendimiento en varios ambientes, se han desarrollado diversos métodos que permiten caracterizar los genotipos en base a su estabilidad. Eberhart y Russell (1966), propusieron que la estabilidad de producción puede medirse más apropiadamente por el cuadrado medio de las desviaciones de regresión; también sugirieron que es más deseable un índice independiente de las variedades experimentales, el cual se puede obtener de los factores ambientales, y que las variedades deben sembrarse en ambientes que cubran el rango completo de todas las posibles condiciones ambientales. Definieron, también, una variedad estable que presenta un coeficiente de regresión igual a uno y cuyas desviaciones de regresión son iguales o cercanas a cero.

Carballo y Márquez (1970), propusieron una clasificación de variedades de acuerdo al valor que pueden tener los parámetros de estabilidad; para la clasificación definieron cinco situaciones más, adicionales a la descrita por Eberhart y Russell (1966), quienes utilizaron el término “consistencia” para indicar un valor igual a cero en las desviaciones de regresión, e “inconsistencia” cuando éstas éstos son diferentes a cero. Respecto a los coeficientes de regresión, establecieron que valores mayores a la unidad indican que la variedad responde adecuadamente bajo condiciones favorables, pero tiene un comportamiento pobre en ambientes desfavorables; y que sucede lo contrario cuando los valores son menores que la unidad en este parámetro. Ellos definen como ambientes favorables aquellos en que la respuesta varietal es superior al promedio de todas las variedades, en todos los ambientes.

Algunos investigadores han utilizado este método en diferentes especies, entre las que se puede citar al maíz (Castañón y Tosquy, 1996; Mejía y Molina, 2003) y algodón (Palomo *et al.*, 1996; Palomo *et al.*, 1998).

En México, el INIFAP ha liberado alrededor de 24 variedades con resistencia de campo a tizón tardío, tolerancia a otras enfermedades y a condiciones abióticas adversas (Rubio, 1997); sin embargo, su adaptación está restringida a sierras y a valles altos, por lo que al sembrarlas en altitudes menores o bajo condiciones restringidas de temperatura, su período y crecimiento vegetativo se incrementan.

Consciente de lo anterior, en 1991 se inició, en el Campo Experimental Saltillo, el proceso de generación de germoplasma mediante el método de hibridación, seguido de la selección clonal (Pérez, 1972). Los progenitores utilizados en las cruces, fueron variedades que se introdujeron por sus características agronómicas y de calidad, conjuntamente con variedades y clones avanzados del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), cuya característica más destacada es su resistencia al tizón tardío (*Phytophthora infestans*), la principal enfermedad de papa en el mundo, y por su tolerancia a otras enfermedades y a condiciones abióticas adversas.

Como resultado, se seleccionaron cuatro clones promisorios en etapas avanzadas de evaluación (Parga *et al.*, 2001). En la medida en que se consigan clones de escasa interacción con el ambiente o de reacción gradual y favorable a la mejora del ambiente, se habrá conseguido lo que el técnico puede recomendar con seguridad: el clon más apropiado para el agricultor (Wissar y Ortiz, 1987). Por lo anterior, el objetivo de este trabajo fue evaluar la estabilidad de rendimiento comercial de cuatro clones promisorios de papa y dos variedades comerciales, en 10 ambientes del noreste de México.

Materiales y Métodos

En el estudio se incluyeron cuatro genotipos experimentales avanzados del programa de papa del Campo Experimental Saltillo CIRNE-INIFAP: el 91-25-4, el 91-9-3, el 91-10-1 y el 91-12-2, además de dos testigos comerciales (Alpha y Atlantic), variedades ampliamente utilizadas en las regiones paperas del país y, principalmente, en el noreste de México, lugar donde se realizaron los ensayos de rendimiento.

Área de Estudio

El trabajo se realizó en seis localidades de la zona papera de Coahuila y Nuevo León, donde se incluyeron las localidades de Emiliano Zapata, San Antonio y El Tunal,

localizadas en los cañones de la Sierra de Arteaga, municipio de Arteaga, Coahuila, y en las localidades de Navidad, La Biznaga y Cerro de Agua, pertenecientes al valle de Navidad, municipio de Galeana, N. L., cuyas características agroecológicas se describen a continuación; Galeana, N. L. está ubicado a una latitud Norte de 24 ° 05' y longitud Oeste de 100 ° 36'; la altitud varía de 1895 a 2000 m. El clima es semiseco, templado, muy extremo, con lluvia todo el año. Los cañones de la Sierra de Arteaga están ubicados a una latitud Norte de 25 ° 14' y longitud Oeste de 100 ° 35'; la altitud varía de 2000 a 2800 m. El clima es templado, subhúmedo, con precipitaciones todo el año.

Ambientes

Los experimentos se establecieron en las seis localidades antes citadas, desde el ciclo primavera-verano de 1999 hasta el 2003. Como no participaron todas las localidades en todos los años, se consideró a cada localidad, en cada ciclo agrícola, como un ambiente, cuya identificación aparece en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Identificación de ambientes de evaluación.

Año	Localidad	No. ambiente
1999	Emiliano Zapata, Arteaga, Coah.	1
2000	Emiliano Zapata, Arteaga, Coah.	2
2001	Emiliano Zapata, Arteaga, Coah.	3
2002	Navidad, Galeana, N. L.	4
2002	San Antonio, Arteaga, Coah.	5
2002	El Tunal, Arteaga, Coah.	6
2003	La Biznaga, Galeana, N. L.	7
2003	San Antonio, Arteaga, Coah.	8
2003	Emiliano Zapata, Arteaga, Coah.	9
2003	Cerro de Agua, Galeana, N. L.	10

Desarrollo de los Experimentos

Los ensayos se establecieron, en cada ambiente, bajo un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones; la parcela experimental fue de cuatro surcos de cinco metros de largo, con una distancia entre surcos de 0.92 m, y de 0.30 m entre plantas, de los cuales se consideraron tres metros de los dos surcos centrales como parcela útil, para la estimación del rendimiento comercial (t ha⁻¹). Se utilizó semilla de segunda categoría y los experimentos se establecieron en lotes comerciales de productores cooperantes, por lo que el manejo agronómico y el control fitosanitario realizado, se hizo de acuerdo a las necesidades

de cada lote y a la tecnología utilizada en la región.

Cosecha

Al realizar la cosecha, los tubérculos se clasificaron de acuerdo al diámetro inferior y su forma; el rendimiento comercial se obtuvo de la suma de la papa de primera, segunda y tercera categoría, y se usó como patrón para esta clasificación, las medidas descritas en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Criterios para clasificar la papa, considerando su diámetro inferior y su forma.

Categoría	Diámetro Inferior
Extra grande	> 65 mm
Primera	55 – 65 mm
Segunda	45 – 55 mm
Tercera	35 – 45 mm
Cuarta	< 35 mm
Monos	Papas deformes no importa su tamaño

Análisis Estadístico

Para determinar la interacción genotipo-ambiente, detectar variabilidad entre genotipos y estimar diferencias entre los ambientes de prueba, se realizó un análisis de varianza combinado. La comparación de medias se realizó mediante la prueba de Tukey al 0.05 de probabilidad. Para evaluar la estabilidad de los genotipos, se utilizó la metodología propuesta por Eberhart y Russell (1966), que funciona bajo el modelo matemático siguiente: $Y_{ij} = \mu_i + B_i I_j + d_{ij}$ y contiene los parámetros de estabilidad que pueden usarse para describir el comportamiento de una variedad sobre una serie de ambientes, donde: Y_{ij} = representa la media varietal de la i-ésima variedad en el j-ésimo ambiente; μ_i = simboliza la i-ésima media varietal sobre todos los ambientes; B_i = coeficiente de regresión que mide la respuesta de la i-ésima variedad en los distintos ambientes; I_j = índice ambiental, expresado como la media del ambiente particular, menos la media general; d_{ij} = desviación de regresión de la i-ésima variedad en el j-ésimo ambiente.

Según los valores que tomaron los parámetros, se clasificó cada variedad de acuerdo a las situaciones planteadas por Carballo y Márquez (1970).

Resultados y Discusión

El análisis de varianza combinado para los 10 ambientes donde se evaluaron los materiales, mostró diferencias al

nivel de probabilidad de 0.01 entre ambientes, genotipos e interacción de genotipos con ambiente (Cuadro 3), lo que permitió realizar el análisis correspondiente para detectar materiales con menor interacción.

Cuadro 3. Cuadrados medios y significancia del análisis de varianza combinado sobre localidades en el rendimiento (t ha⁻¹).

Fuentes de variación	G.L.	C.M.
Ambientes	9	1600.01**
Repeticiones/Ambiente	20	27.24
Tratamientos	5	277.10**
Trat.*Amb.	45	74.12**
Error experimental	100	24.04
Total	179	

**= Significativo al 0.01 de probabilidad

La comparación de medias reportó que los clones experimentales superaron en producción a los testigos. La prueba de Tukey (P d•0.05) formó tres grupos estadísticos, de los cuales el clon 91-25-4 (G1) obtuvo la mayor media general con 38.63 t ha⁻¹, mientras que los testigos (variedades Alpha (G5) y Atlantic (G6)), alcanzaron 25.2 y 21.8, respectivamente; los clones 91-9-3 (G2) y 91-10-1 (G3) conformaron un grupo estadísticamente similar al (G1), pues lograron una producción comercial de 37.18 y 35.75 t ha⁻¹, respectivamente; el clon 91-12-2 (G4), obtuvo una media de rendimiento estadísticamente igual a los testigos, con un promedio de 34.24 t ha⁻¹ (Cuadro 4).

Cuadro 4. Rendimiento promedio (t ha⁻¹), coeficiente de regresión (bi), y desviaciones de regresión (S²d) de cada genotipo evaluado.

Genotipo	Rendimiento ⁺	bi	S ² d
91-25-4	38.63 a	0.96	15.62
91-9-3	37.18 ab	1.13	-7.72
91-10-1	35.75 ab	1.05	-10.74
91-12-2	34.24 bc	1.27*	-14.98
Alpha	30.85 c	0.98	-7.23
Atlantic	31.79 c	0.62**	-4.01

+ = Medias con la misma letra, son estadísticamente iguales (Tukey, 0.05).

*= bi >1, ** = bi <1.

Para la comparación de medias de rendimiento de los

ambientes de acuerdo a la prueba de Tukey (P d•0.05), se formaron cinco grupos estadísticos, de las cuales la localidad Emiliano Zapata en el ciclo primavera-verano de 2001 (A3) fue la que obtuvo la media de rendimiento más alta, con 50.40 t ha⁻¹; el segundo lugar lo alcanzó la misma localidad, en el ciclo primavera-verano de 1999 (A1). Posteriormente se formó un grupo de rendimiento intermedio, en el cual se traslapó la significancia; en este grupo se encuentran los Ambientes 2, 6, 8, 9, 4 y 5. El siguiente grupo de significancia lo integró el Ambiente 10, con 27.32 t ha⁻¹, mientras que en el último grupo se ubicó el Ambiente 7, con un promedio de rendimiento de 15.76 t ha⁻¹ (Cuadro 5).

Cuadro 5. Rendimiento promedio t ha⁻¹ (Rend), e índices ambientales (IA) de acuerdo a la metodología de Eberhart y Russell (1966).

Año	Localidad	Ambiente	Rendimiento	IA
1999	Emiliano Zapata, A., C.	1	43.892 b	9.1515
2000	Emiliano Zapata, A., C.	2	40.287 bc	5.5498
2001	Emiliano Zapata, A., C.	3	50.401 a	15.6615
2002	Navidad, G., N. L.	4	32.523 ef	-2.2168
2002	San Antonio, A., C.	5	31.912 ef	-2.8268
2002	El Tunal, A., C.	6	37.898 cd	3.1615
2003	La Biznaga, G., N. L.	7	15.764 g	-18.9768
2003	San Antonio, A., C.	8	33.607 ed	-1.1318
2003	Emiliano Zapata, A., C.	9	33.782 ed	-0.9568
2003	Cerro de Agua, G., N. L.	10	27.322 f	-7.4152

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey, 0.05).

El análisis de estabilidad de Eberhart y Russell (1966) reportó diferencias entre los genotipos pero con desviaciones de regresión iguales a cero (Cuadro 6), además permitió clasificar las variedades con base en su estabilidad; así, los clones 91-25-4, 91-9-3, 91-10-1 y la variedad Alpha, fueron clasificados como estables, lo que corrobora lo reportado por Parga *et al.*, (2002). El clon 91-12-2 fue clasificado como el de mejor respuesta en buenos ambientes y consistentes, de acuerdo con Carballo y Márquez (1970), mientras que la variedad Atlantic, se consideró como de mejor respuesta en ambientes desfavorables y consistentes (Cuadro 4).

Al graficar el rendimiento (Figura 1), se puede observar que el clon 91-25-4 presentó las desviaciones de regresión (S²d) positivas y mantuvo su rendimiento superior a los testigos en los ambientes evaluados; este clon fue superado únicamente por el Clon 91-12-2 en el

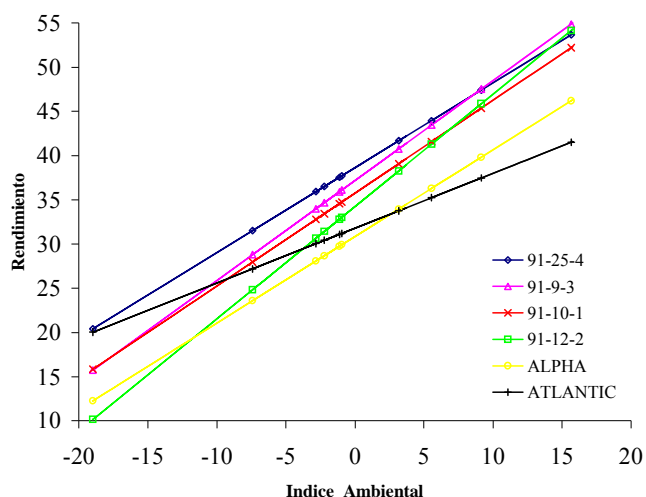


Figura 1. Rendimiento predicho de clones y variedades de papa con base en el modelo de Eberhart y Russell (1966).

Ambiente 3, ya que éste responde mejor en buenos ambientes.

Cuadro 6. Resultados del análisis de estabilidad de los seis genotipos en 10 ambientes de acuerdo al modelo de Eberhart y Russell (1966).

Fuente de Variación	G. L.	C. M.
Total	59	108.03
Variedades	5	92.37*
Ambientes	54	109.48
Ambiente lineal	1	4800.02
Variedad* ambiente lineal	5	38.11
Desviación conjunta	48	19.19
91-25-4	8	39.64
91-9-3	8	16.31
91-10-1	8	13.31
91-12-2	8	9.06
Alpha	8	16.79
Atlantic	8	20.03
Error conjunto	100	24.04

*= significancia al 0.05

Los Clones 91-9-3 y 91-10-1 se ubican después en la gráfica de predicción, lo cual se debe a que tienen S^2d negativas, pero superan a los testigos, gracias a que su potencial de rendimiento tiene mayor efecto que las S^2d . Nótese que los clones experimentales tienen un potencial de rendimiento superior a las variedades y responden mejor conforme se mejoran las condiciones ambientales; estos clones, junto con el 91-25-4 son los genotipos recomendados de acuerdo a lo propuesto por Wissar y Ortiz (1987), quienes mencionan que, en la medida en que

se puedan conseguir clones con escasa interacción con el ambiente, o de reacción gradual y favorable a la mejora del ambiente, se habrá conseguido lo que el técnico pueda recomendar con seguridad: el clon más apropiado para el agricultor.

En la Figura 1, también se corrobora la clasificación de estabilidad del Clon 91-12-2 y la variedad Atlantic; en ella se muestra que la variedad responde mejor en ambientes desfavorables y el clon en buenos ambientes; que la variedad es superior en rendimiento en ambientes con índices negativos altos, mientras que el Clon 91-12-2, clasificado como de respuesta mejor en buenos ambientes, tiene mayor rendimiento en los ambientes con índices positivos altos, y el más bajo rendimiento en aquellos de índices negativos. La variedad Alpha, aun cuando presenta poca interacción con el ambiente, tiene un potencial de rendimiento inferior a los clones. La clasificación obtenida en este estudio coincide con reportes anteriores donde esta variedad se ha comportado estable a lo largo de los años (Flores y Pérez, 1987), e inclusive supera a variedades experimentales de papa en el área de Centroamérica (De León *et al.*, 1987).

Conclusiones

Con base en los resultados obtenidos en este estudio se concluye: que, por medio de la hibridación entre variedades introducidas y variedades mexicanas, se obtienen materiales que se adaptan mejor a nuestras condiciones agroecológicas y, por lo tanto, expresan un mayor potencial de rendimiento, con adecuada calidad. Los Clones experimentales 91-25-4, 91-9-3, y 91-10-1 resultaron estables y, además, obtuvieron medias de rendimiento altas, superiores a los testigos comerciales, por lo que son materiales deseables para multiplicar y liberar como variedades para la zona papera del noreste de México. El Clon 91-12-2 se recomienda para explotación con alto nivel tecnológico, dada su respuesta a ambientes favorables.

Literatura Citada

- Carballo, C.A. y F. Márquez S. 1970. Comparación de variedades de maíz del bajío y de la mesa central por su rendimiento y estabilidad. *Agrociencia*. 5 (1): 129-146.
- Castañón, N.G. y O.H. Tosquy V. 1996. Análisis de la interacción genotipo-ambiente en híbridos tropicales de maíz (*Zea mays* L.) con diferentes métodos. *Rev. Fitotec. Mex.* 19:141-150.
- Crossa, J., H.G. Gauch Jr., and R. W. Zobel. 1990. Additive main effects and multiplicative interaction analysis of two international maize cultivar trials. *Crop Sci.* 30: 493-500.

- De León, E., R. Rodríguez y F. Atencio. 1987. Evaluación de variedades experimentales de papa para medir su estabilidad en sus rendimientos durante cuatro años de estudios, Cerro Punta, Provincia de Chiriquí. pp: 12-21. *In: Memoria de la XIII reunión de la Asociación Latinoamericana de la Papa.* Panamá, Panamá.
- Estrada, R.N. 1999. La biodiversidad en el mejoramiento genético de papa. Programa de Investigación de la Papa (PROINPA) (Eds.)/Colectivo Internacional de Desarrollo (CID) / Centro Internacional de la Papa (CIP). La Paz Bolivia. pp: 91-95.
- Eberhart, S. A. and W.A. Rusell. 1966. Stability parameters for comparing varieties, *Crop. Sci.* 6: 36-40.
- Flores, G.F.X. y G. Pérez U. 1987. Estabilidad del rendimiento de algunos clones avanzados de papa (*Solanum tuberosum* L.) en México. pp: 175-178. *In: Memoria de la XIII reunión de la Asociación Latinoamericana de la Papa.* Panamá, Panamá.
- Mejía, C.J.A. y J.D. Molina G. 2003. Cambios de estabilidad en el rendimiento de variedades tropicales de maíz. *Rev. Fitotec. Méx.* 26 (2): 89-94.
- Mendoza, M.A. 1984. Mejoramiento y selección de papa para resistencia al exceso de temperatura: Heladas y calor. Apuntes del curso de manejo de germoplasma Centro Internacional de la Papa (CIP) (Ed). Bogotá, Colombia.
- Palomo, G.A., J. Santamaría C. y S. Godoy A. 1996. Estabilidad del rendimiento de nueve genotipos de algodón en la Comarca Lagunera, México. *Información Técnica Económica Agraria.* 92 (3): 238-243.
- Palomo, G.A., J. Santamaría C. y S. Godoy A. 1998. Estabilidad del rendimiento y de la calidad de la fibra de doce genotipos de algodón. *Agric. Téc. Méx.* 24 (2): 145-153.
- Parga, T.V.M., E. Rodríguez C. y E.E. Villavicencio G. 2001. Características de clones de papa (*S. tuberosum* L.) sobresalientes en la Sierra de Arteaga, Coah. *In: Memoria de IX Cong. Nal. de la Soc. Mexicana de Ciencias Hortícolas.* Oaxtepec, Mor. México. 380 p.
- Parga, T.V.M., V.M. Zamora V., E. Rodríguez C. y E.E. Villavicencio G. 2002. Estabilidad de clones promisorios de papa (*S. tuberosum* L.) para el norte de México. *In: Memoria XIX Cong. Nal. de Fitogenética.* Saltillo, Coah., México.
- Pérez, U.G. 1972. Avances en el fitomejoramiento de la papa. Centro de Investigaciones Agropecuarias Santa Elena, Edo. de México. pp: 54-88.
- Rodríguez, C.E. y M. Zamora D. 1972. Evaluación de genotipos del ensayo élite de cebada y efecto de la fertilización nitrogenada en papa sobre la calidad maltera de cebada en la región de Galeana, N. L. Informe de investigación. C. Exp. Saltillo – CIRNE – INIFAP.
- Rubio, C.O.A. 1977. Aportación del Programa Nacional de Papa del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). pp: 21-23. *In: Memorias del I Simposium Internacional de la Papa.* Metepec, México.
- Spiertz, J.M.J., A.J. Havercot and P.M. Verelken. 1996. Environmentally safe and consumer-friendly potato production in the Netherlands. Development of ecologically sound production systems: *Potato Research* 39: 371-378.
- Wissar, R. y R. Ortiz. 1987. Mejoramiento de papa en el Centro Internacional de la Papa (CIP) por adaptación a climas cálidos tropicales. Documento de Tecnología Especializada No.22, Lima, Perú.
-

Relación entre Fracciones de Proteínas con la Germinación, Vigor y Sanidad en Semilla de Maíz

María Alejandra Torres-Tapia^{1*}, Mario Ernesto Vázquez-Badillo¹, Víctor Manuel Zamora-Villa², Rosalinda Mendoza-Villarreal³.

¹Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Semillas, ²Departamento de Fitomejoramiento, ³Departamento de Ciencias Básicas. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. C.P.-25315. *Autor responsable. Tel. (844) 411-0377. E-mail: atorres_tapia@hotmail.com

Recibido: Octubre, 2004. Aceptado: Mayo, 2006.

Abstract. Relation among protein fractions with germination, vigor and health in maize seed. The concentrations of zein, glutelin, albumen and globulin in whole seed, embryo and endosperm of nine maize genotypes were determined, with the purpose of studying the relations between the types, and the concentrations of proteins, with germination, vigor and health of the seed, before and after putting them under artificial aging. A completely randomized design with four repetitions was applied. The fractions of proteins were quantified by Lowry's method of (1951). The relation between variables was studied by means of the analysis of main components. The results showed that all the genotypes, but G4, presented an infection by *Fusarium moniliforme*, which was positively related to the concentration of albumen, globulin and zein in whole seed, as well as with the abnormal appearance of plantules. Germination and vigor were positively related to the concentration of glutelin in the embryo, endosperm and whole grain. The vigor, determined by means of length of plumule and dry weight, was positively related to the concentrations of glutelin in endosperm and zein in the embryo. The conclusion is that the presence of *F. moniliforme* in the seed, in most of the evaluated genotypes, affected its physiological quality, and the proliferation of the pathogen was positively related to the concentrations of albumen and globulin. Genotypes G1 and G3 showed the highest values of infection by *F. moniliforme*, which caused both a loss in germination and in vigor. The greater similarity in the evaluated characteristics was the one between the Genotypes G7 and G9 with relation to the G2, used like witness.

Key words: Genotype, *Fusarium moniliforme*, albumen, globulin, zein, glutelin.

Resumen. Se determinaron las concentraciones de zeína, glutelina, albúmina y globulina en semilla entera, embrión y endospermo de nueve genotipos de maíz, con el fin de estudiar las relaciones entre los tipos y las concentraciones de proteínas con la germinación, vigor y sanidad de la semilla, antes y después de someterlas a envejecimiento artificial. Se utilizó un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones. Las fracciones de proteínas se cuantificaron con el método de Lowry (1951). La relación entre variables se estudió mediante el análisis de componentes principales. Los resultados mostraron que, excepto el G4, todos los genotipos presentaron infección por *Fusarium moniliforme*, la cual se relacionó positivamente con la concentración de albúmina, globulina y zeína en semilla entera, así como con la aparición de plántulas anormales. La germinación y el vigor se relacionaron positivamente con la concentración de glutelina en el embrión, endospermo y grano entero. El vigor, determinado mediante longitud de plúmula y peso seco, se relacionó positivamente con las concentraciones de glutelina en el endospermo y zeína en el embrión. Se concluyó que la presencia de *F. moniliforme* en la semilla, en la mayoría de los genotipos evaluados, afectó su calidad fisiológica, y la proliferación del patógeno se relacionó positivamente con las concentraciones de albúmina y globulina. Que los Genotipos G1 y G3 mostraron los valores más altos de infección por *F. moniliforme*, lo cual provocó una pérdida en la germinación y vigor. La mayor similitud en las características evaluadas se tuvo entre los Genotipos G7 y G9 con relación al Genotipo G2, utilizado como testigo.

Palabras clave: maíz, *Fusarium moniliforme*, albúmina, globulina, zeína, glutelina.

Introducción

La producción de semilla de maíz en México fue del orden de 425.7 miles de toneladas (FAO, 2003), lo que indica la importancia que los productores le atribuyen en la producción de este cereal, así como a la calidad que debe tener la semilla para sembrar. Thomson (1979) y Garay (1989) coincidieron en describir la calidad a partir de cuatro componentes: genético, fisiológico, sanitario y características físicas. Adicionalmente, Hampton (2001) menciona que la calidad de semilla puede ser vista como un patrón de excelencia que va a determinar el desempeño de la semilla en la siembra o en el almacén.

Los componentes de calidad fisiológica y vigor son las primeras señales de deterioro que aparecen en las semillas, seguidas de reducción en la germinación, incremento de la cantidad de plántulas anormales y finalmente la muerte (Ferguson, 1995).

Perry (1987) describió los procesos que influyen y pueden presentar variaciones asociadas con diferencias en el vigor de la semilla, tales como los procesos bioquímicos durante la germinación, las reacciones enzimáticas, la actividad respiratoria, la tasa y uniformidad de germinación de la semilla, el crecimiento de la plántula en el campo, y la habilidad de emergencia de la plántula bajo condiciones no favorables. En el aspecto bioquímico, Forato *et al.* (2000) establecieron que una de las proteínas que ha tenido importancia en cuanto a su actividad metabólica es la zeína, la cual es una proteína de almacenaje en semillas de maíz, abundante en el endospermo, que se sintetiza en el retículo endoplásmico rugoso y se deposita en organelos discretos llamados cuerpos de proteínas. Esta proteína, así como la glutelina, están consideradas como estructurales, mientras que la globulina y albúmina, entre otras, se consideran tanto funcionales por su peso molecular; (Boyer, 2000), como estructurales por ser proteínas de almacén (Shutov *et al.*, 2003).

Algunas semillas mejoradas de maíz tienen un comportamiento diferencial al sembrarse en seco para luego irrigarse, por lo que ocurren bajas emergencias en campo; en cambio, cuando se siembran en tierra venida, éstas tienen una respuesta excelente, con lo que se logra establecer la población recomendada por unidad de superficie.

Este trabajo se realizó para comparar el comportamiento de nueve genotipos, en función de la cantidad de proteínas en el endospermo, embrión y semilla entera; esta última se relacionó con la germinación, el vigor y la sanidad, bajo el supuesto de que la cantidad y tipo de proteínas presentes en ella influyen en su calidad fisiológica y sanidad.

Materiales y Métodos

La caracterización de los materiales se llevó a cabo en el Laboratorio de Ensayos de Semillas del Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Semillas (CCDTS), y en el de Apoyo a la Investigación del Departamento de Ciencias Básicas, de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicada en Saltillo, Coah. México.

El material genético constó de nueve genotipos comerciales (G): ocho fueron proporcionados por la Empresa Monsanto, S.A. de C.V. y uno de otra empresa, que se usó como testigo (G2). Por confidencialidad no se mencionan sus nombres comerciales, con el fin de realizar una prueba ciega, pero todos ellos se cosecharon durante el ciclo Primavera-Verano del 2003.

Los componentes fisiológico y sanitario de la semilla se determinaron en los nueve genotipos, con un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones. Se evaluaron las siguientes variables:

Germinación (G)

Se realizó de acuerdo a las reglas de la International Seed Testing Association (ISTA, 1996). Se utilizaron cuatro repeticiones de 25 semillas por genotipo, que se incubaron en una cámara germinadora, a 25 °C con ocho horas de luz y 16 de oscuridad. El conteo de plántulas normales, anormales, y de semillas sin germinar o muertas, se realizó a los seis días, conforme al manual de la Association of Official Seed Analysts (AOSA, 1992).

Envejecimiento acelerado (EA)

Se utilizó el método de AOSA (1983). Se colocaron 200 semillas por genotipo en una humedad relativa de $\pm 95\%$, durante 96 horas, a 42 °C. Al finalizar el período de envejecimiento, se realizó una prueba de germinación, tal como se describió anteriormente, pero con cuatro repeticiones de 50 semillas.

Longitud media de plúmula (LMP)

Se hicieron cuatro repeticiones de 25 semillas por genotipo y se utilizó la metodología descrita por Perry (1977). Adicionalmente se determinó esta variable después de someter la semilla a envejecimiento acelerado, con el fin de evaluar el vigor con más severidad.

Tasa de crecimiento de plántula (Peso seco de plántula, PSP)

Se utilizaron cuatro repeticiones de 25 semillas por genotipo, de acuerdo a la metodología descrita por la

AOSA (1983 y 1992). La evaluación se realizó en la semilla, antes y después de la prueba de envejecimiento acelerado.

Sanidad

Se utilizó la siembra en placas de agar- y se lavó la semilla con Tween 20, para quitar el tratamiento químico en los genotipos que lo presentaban. Se desinfectó la semilla con hipoclorito de sodio al 2 %, por 90 segundos, y se sembraron 10 semillas por caja petri con Papa-Dextrosa-Agar (PDA) y Malta-Sal-Agar (MSA); se utilizaron cuatro repeticiones por genotipo. La semilla se incubó por siete días a 27 °C, para determinar los patógenos presentes y el porcentaje de infección de cada genotipo. Para su correcta identificación, se aislaron los patógenos en medio del cultivo de harina de maíz-agar a 28 °C por siete días, se obtuvo una purificación monoconidial o cepa pura (Booth, 1971; Neergaard, 1977).

Cuantificación de proteínas

La extracción de las proteínas se realizó en semilla entera, embrión y endospermo, que previamente se trituraron y molieron en un molino marca Willey, y se cribaron con un tamiz del número 20. De cada una de las porciones se separaron las proteínas con diferentes solventes, según se describe a continuación:

Albúmina. Para su extracción se utilizaron 25 y 50 ml de agua destilada a 4 °C, en muestras de 5 g de semilla entera y de embrión, así como de 10 g de endospermo; las muestras se agitaron y dejaron reposar durante cuatro horas; luego se centrifugaron a 4000 rpm y el sobrenadante de cada una se llevó a un volumen final de 100 ml, con agua destilada (Sato *et al.*, 1986; Parra, 1990).

Globulina. El residuo resultante de la centrifugación se utilizó para obtener esta proteína; para lograrlo, se le agregaron 25 y 50 ml de NaCl al 5 %, a 4° C, en las fracciones antes mencionadas, se agitó y se dejó reposar una hora, luego se centrifugó a 4000 rpm y se llevó a 100 ml de solución con NaCl al 5 % (Sato *et al.*, 1986; Ortiz, 1992; Parra y Ortiz, 1993).

Zeína. Al residuo obtenido anteriormente se le agregaron 25 y 50 ml etanol al 70 %, a 4 °C; se agitó y dejó reposar por cuatro horas; luego se centrifugó a 4000 rpm y se llevó a 100 ml de solución con etanol al 70 % (Hojilla-Evangelista *et al.*, 2003).

Glutelina. Al residuo anterior, se le agregaron 25 y 50 ml de hidróxido de sodio al 0.2 %, a 4 °C, se agitó y se dejó

reposar una hora; en seguida se centrifugó y se llevó a 100 ml de solución con NaOH al 0.2% (Larsen, 1967). Cada una de las proteínas extraídas se cuantificó por el método de Lowry (1951). La reacción es extremadamente dependiente del pH₂, que debe mantenerse entre 10-10.5 %. Se requirieron cuatro reactivos: A: Na₂CO₃ en NaOH 0.1M, B: CuSO₄.5H₂O al 0.5 % en tartrato de sodio y potasio al 1 %, C: 50 volúmenes de reactivo A más un volumen de reactivo B, y D: reactivo de Folin-Ciocalteu/H₂O, 1:2 en v/v. Se realizó la curva estándar con una solución de seroalbúmina a 1 mg/ml, leyendo a 600 nm de absorbancia. Se evaluaron tres repeticiones de cada genotipo con sus respectivas fracciones (Lowry *et al.*, 1951).

Para cada variable se realizó un análisis de varianza bajo un diseño completamente al azar y prueba de medias (DMS al 0.05 de probabilidad), de acuerdo con Steel y Torrie (1980). Con el fin de reducir la dimensionalidad de los datos, establecer las relaciones entre las variables y agrupar genotipos semejantes, se realizó un análisis de componentes principales (ACP), tal como lo describen Manly (1986) y Johnson y Wichern (1988).

Resultados y Discusión

Germinación (G)

El análisis de varianza detectó diferencias (P< 0.01) entre genotipos, donde el G2 (testigo), G4, G5, G6, G7, G8 y G9 mostraron valores superiores al 95 % de germinación, mientras que el G3 mostró la menor capacidad de germinación con 90 %; todos ellos superiores a lo que establecen las Normas de Certificación publicadas por SNICS (1980). En plántulas anormales (PA) también se reportó alta significancia entre genotipos, de tal forma que G2, G4, G5, G7 y G8 presentaron menor porcentaje de plantas anormales (0 a 2.0 %), lo que reafirma su alta calidad, mientras que el G1 y el G3 mostraron los mayores valores de plantas anormales (8.0%). En lo referente a semillas sin germinar se detectó significancia, pues obtuvo mayor valor de semillas muertas el G7 (3.0 %), seguido por el G3 (2.0 %) y el G1 (1.0 %); el resto de los genotipos no presentaron semillas muertas o sin germinar (Cuadro 1).

Vigor mediante la prueba de envejecimiento acelerado (EA)

Se registraron diferencias (P<0.01) entre los genotipos, pues se observaron valores superiores al 93 % en los genotipos: G2, G8, G4, G5, G6 y G7, mientras que el G1 presentó el valor más bajo con 67 % de vigor (Cuadro 1).

Cuadro 1. Comparación de medias en la germinación, vigor y sanidad de los genotipos evaluados.

Genot	Germinación Estándar				Vigor				Sanidad		
	PN	PA	SM	LMP	PS	EAPN	EAPA	EASM	EALP	EAPS	<i>Fusarium Moniliforme</i>
G1	91.0bc	8.0 a	1.0 bc	9.97d	47.35e	67.0 c	10.0 a	23.0a	4.35b	31.24e	62.50a
G2	99.0 a	1.0 b	0.0 c	11.03c	69.09c	99.0 a	0.0c	1.0c	8.31a	45.41cd	52.50ab
G3	90.0c	8.0a	2.0ab	11.24bc	54.39d	88.0b	2.0bc	10.0b	8.62a	41.40d	62.50a
G4	100a	0.0b	0.0c	12.04ab	43.18e	94.0ab	6.0ab	0.0c	5.10b	18.49f	0.0e
G5	98.0a	2.0b	0.0c	10.68cd	67.98c	94.0ab	4.0bc	2.0c	5.48b	44.38cd	50.0abc
G6	97.0a	3.0ab	0.0c	12.50a	75.97ab	94.0ab	6.0ab	0.0c	8.96a	56.55ab	25.0cde
G7	97.0a	0.0b	3.0 a	12.35 a	84.04a	97.0ab	2.0bc	1.0c	8.67a	63.88a	55.0ab
G8	100a	0.0b	0.0c	11.03 c	69.03c	98.0a	2.0bc	0.0c	9.02a	39.17d	12.5de
G9	96.0a	4.0ab	0.0c	12.02a	72.97bc	91.0ab	4.0bc	5.0bc	8.49a	50.67bc	35.0bcd
Valor	5.36	5.53	1.77	0.93	6.61	9.14	5.24	6.61	1.42	7.66	26.19
DMS											

Medias sugeridas por la misma letra, no son significativamente diferentes (DMS 0.05%).

PN = Plántula normal; PA = Plántula anormal; SM = Semilla muerta o sin germinar; LMP = Vigor de crecimiento de plántula (Longitud media de plúmula); PS = Vigor en peso seco total de plántula normal (Tasa de crecimiento de plántula); EAPN = Plántula normal después del envejecimiento acelerado; EAPA = Plántula anormal después del envejecimiento; EASM = Semilla sin germinar después del envejecimiento; EALP = Vigor de crecimiento de plántula después del envejecimiento (Longitud media de plúmula); EAPS = Peso seco total de plántula normal después del envejecimiento (Tasa de crecimiento de plántula).

El porcentaje de plántulas anormales en esta prueba mostró alta significancia, donde el testigo (G2) no presentó anomalías, seguido de G3, G4, G7, G8 y G9 con menos del 4.0 %; en contraparte, G1 con 10% de plantas anormales mostró el menor vigor. El G2 (testigo), G4, G5, G6, G7 y G8 no presentaron semillas sin germinar y, nuevamente, el G1 presentó el menor vigor al obtener un 23.0% de semillas sin germinar, por lo que resultó estadísticamente diferente a los demás.

Vigor mediante longitud media de plúmula (LMP)

Existieron diferencias ($P < 0.01$) entre los genotipos, donde G6, G7, G9 y G4 mostraron valores superiores a los 12.0 cm por lo que indicaron alto vigor, mientras que G1 con 9.97 cm se clasificó de bajo vigor.

En cuanto a la longitud de plúmula después de un envejecimiento acelerado (LMPEA), se detectó alta significancia entre los genotipos, mientras que en la comparación de medias (Cuadro 1), se mostró que los genotipos G2, G3, G6, G7, G8 y G9 presentaron mayor vigor por los altos valores de longitud de plúmula, a diferencia de los genotipos G1, G4 y G5, que presentaron bajos valores de longitud; al parecer estos genotipos fueron afectados por las altas temperaturas y la humedad de la prueba de envejecimiento.

Peso seco de plántula

Se detectó alta significancia entre los genotipos, y la comparación de medias mostró que el G7 (con 84.04 mg/plántula), seguido por el G6 (con 75.97 mg/plántula) obtuvieron valores superiores de peso seco, lo que se interpreta como alto vigor, mientras que el G1 y el G4 obtuvieron pesos bajos (47.35 y 43.18 mg/plántula), lo que indica bajo vigor (Cuadro 1).

Después de un envejecimiento acelerado, también se encontró una alta significancia entre genotipos, donde G7 y G6 se mantuvieron como los mejores al tener valores altos de peso seco, con 63.88 y 56.55 mg/plántula; por su parte, el G4 (18.49 mg/plántula) resultó ser el de menor vigor.

Sanidad

Existieron diferencias ($P < 0.01$) entre los genotipos, y la comparación de medias destacó que el G4 no presentó ninguna infección, mientras que los genotipos G1 y G3 con 62.5 % de infección, seguidos por G2, G5 y G7 con un promedio de 52.5 %, tuvieron valores altos en este renglón, en tanto el G9 presentó un 12.5 % de infección por *Fusarium moniliforme* (Cuadro 1). El hecho de que la mayoría de los genotipos presentaron infección, y de que algunos genotipos no se vieron afectados en sus

porcentajes de germinación y vigor se debió, posiblemente, a que éstos contienen otras características de resistencia a este patógeno, como lo mencionan Guo *et al.* (1997).

La identificación del patógeno se realizó después de la purificación monoconidial, gracias a la cual se encontraron abundantes microconidios unicelulares, cuya longitud fue de 6-125 micras (μ) y 2.43-3 μ de ancho. Los microconidios se encontraron en cadena y cabezuela, en el medio de cultivo. El hongo produjo pocos conidios cuando sólo tenía siete días de edad, la célula apical del microconidio terminó en forma reducida y redondeada, y la parte basal en forma de pie. La ramificación de las fiálides fue lateral, en forma verticilada. Sus dimensiones fueron de 20 x 3 μ . Las fiálides se adelgazaron en la parte terminal donde hubo la producción de conidios.

La presencia de clamidosporas no fue tan evidente en el cultivo, ya que se pudieron confundir con el micelio cuando está germinando; las clamidosporas se producen en forma terminal, intercaladas y en cadena, cuando el micelio está formándose durante su fase sexual. Estas características identifican al *Fusarium moniliforme* según Booth (1971), y todas las semillas las presentaron, por lo que la variabilidad fue evidente entre los diferentes genotipos, ya que se observó una amplia gama de colores entre los aislamientos.

Cuantificación de proteínas por el método de Lowry

Albúmina. Se presentó alta significancia en las tres formas de evaluación (semilla entera, endospermo y embrión); la diferencia de cantidades de la fracción de albúmina pudo estar determinado por el genotipo, ya que en la comparación de medias (Cuadro 2), el genotipo G9 mostró las más altas concentraciones en la semilla entera- y el endospermo (0.777 y 0.133 mg/ml), mientras que los genotipos G6 y G8 presentaron las más bajas concentraciones en la semilla entera (< 0.735 mg/ml) y en el endospermo (< 0.081 mg/ml), y además este último genotipo mostró una baja concentración en embrión, con 0.456 mg/ml. En cuanto al testigo, éste mostró menor cantidad en la semilla entera (0.774 mg/ml), pero mayor en el endospermo (0.108 mg/ml); mientras que en embrión, los que obtuvieron mayores concentraciones fueron G3 y G7 (0.738 y 0.820 mg/ml), lo cual coincide con algunos autores respecto a que la mayor cantidad de albúmina y globulina (proteínas estructurales-funcionales), se encuentra en la primera etapa del desarrollo de la semilla en embrión y menos cantidad en el endospermo, en la capa de aleurona (Monjardino *et al.*, 2005).

Globulina. Se observó una alta significancia entre los

Cuadro 2. Comparación de medias en las fracciones de proteínas en semilla entera, endospermo y embrión de los genotipos evaluados.

Fracc.	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9
Entera									
Alb	0.773ab	0.744bcde	0.773ab	0.756abcd	0.727de	0.712e	0.767abc	0.735cde	0.777a
Glo	0.752bc	0.718d	0.769ab	0.735cd	0.723d	0.735cd	0.778a	0.737cd	0.789a
Zei	0.201b	0.118b	0.104c	0.143c	0.019d	0.040d	0.269a	0.204b	0.257a
Glu	0.404c	0.273d	0.304d	0.403c	0.317d	0.434bc	0.383c	0.531a	0.467b
Endospermo									
Alb	0.0912b	0.108ab	0.080bc	0.080bc	0.085b	0.081bc	0.105b	0.054c	0.133a
Glo	0.102c	0.187a	0.122c	0.105c	0.17ab	0.150b	0.150b	0.113c	0.174ab
Zei	0.122d	0.596a	0.439b	0.443b	0.413b	0.443b	0.380c	0.356c	0.417b
Glu	0.454bc	0.508b	0.286d	0.414bc	0.424bc	0.467b	0.364cd	0.458bc	0.829a
Embrión									
Alb	0.571cde	0.658bc	0.728ab	0.629cbd	0.533de	0.668bc	0.820a	0.456e	0.596cd
Glo	0.845a	0.912a	0.910a	0.872a	0.856a	0.918a	0.914a	0.844a	0.839a
Zei	0.224d	0.295a	0.253bcd	0.290ab	0.248cd	0.261Abad	0.292ab	0.228cd	0.269abc
Glu	0.085b	0.122ab	0.062b	0.072b	0.034b	0.115Ab	0.056b	0.269a	0.125ab

Medias sugeridas por la misma letra no son significativamente diferentes (DMS 0.05%).

Fracc = Fracción de proteína; Endos = Endospermo; Alb = albúmina; Glo = Globulina; Zei = Zeína; Glu = Glutelina.

genotipos en semilla entera y en el endospermo, mientras que en embrión no se detectaron diferencias; se mostraron cantidades similares de globulina en el embrión de los genotipos evaluados, mientras que en el endospermo y, por consecuencia, en la semilla entera, fueron diferentes, lo que confirma lo descrito por Monjardino *et al.* (2005) en este sentido; así mismo, los genotipos que mostraron mayor concentración en embrión fueron G6, G7 y G2 con valores arriba de 0.912 mg/ml; sin embargo, en endospermo, el que resultó tener más alta concentración fue el G2 (0.187 mg/ml) seguido de G9 y G5 (0.174 y 0.171 mg/ml), aunque en semilla entera, la mayor concentración de esta proteína la presentó G9, con 0.789 mg/ml (Cuadro 2). Estas diferencias tal vez se debieron a las características genéticas de cada material, ya que esta proteína tiene habilidades tanto funcionales como estructurales, pues se sintetiza durante la maduración de la semilla y se degrada en la de germinación, así como en el crecimiento de la plántula (Shutov *et al.*, 2003).

Zeína. Se reportó una alta significancia entre los genotipos para la evaluación de la semilla entera y en el endospermo, mientras que en las concentraciones en embrión no hubo diferencias. Lo anterior confirma lo descrito por Bin Mohammad y Esen, (1990) y Forato *et al.* (2000), quienes mencionan que la fracción de zeína se encuentra principalmente en el endospermo, pues es una proteína estructural, integral y transmembranal que determina la permeabilidad de las membranas en este caso, las cantidades de zeína fueron diferentes en el endospermo y, obviamente, en la semilla entera de cada genotipo evaluado; sin embargo, la cantidad de zeína en el embrión fue estadísticamente igual, lo cual es lógico por ser una proteína que se encuentra en el endospermo y proporciona al embrión la fuente de nitrógeno, azufre y carbono (De Barros y Larkins, 1990). En la comparación de medias en semilla entera (Cuadro 2), el G8 resultó tener la mayor concentración con 0.531 mg/ml, mientras que los genotipos G2, G3 y G5 presentaron bajas concentraciones (0.273, 0.304 y 0.317 mg/ml, respectivamente). En lo que se refiere al endospermo, el G2 fue el de mayor contenido con 0.596 mg/ml, mientras que los más bajos fueron G7- y G8 con 0.380 y 0.356 mg/ml, respectivamente.

Glutelina. Al igual que en las dos proteínas anteriores, hubo diferencias ($P < 0.01$) entre los genotipos en la evaluación de semilla entera y endospermo, mientras que en la evaluación de embrión no hubo diferencias, lo que reafirma lo descrito por Monjardino *et al.* (2005), quienes señalan que tanto la zeína como la glutelina son proteínas estructurales y de reserva, que constituyen aproximadamente del 50 al 60 % del contenido de proteínas

en el endospermo de la semilla en su madurez fisiológica. Se encontró que G8 y G9 presentaron las más altas concentraciones de glutelina en embrión (0.269 y 0.125 mg/ml), al igual que el G2, con 0.122 mg/ml según se muestra- en el Cuadro 2. Por otro lado, los genotipos que registraron concentraciones bajas en endospermo fueron G3 y G7, con 0.286 y 0.364 mg/ml, mientras que G7 presentó la concentración más alta en semilla entera con 0.531 mg/ml.

Relación entre variables

El análisis de componentes principales explicó un 70.1 % de la variación total con tres componentes principales o factores: el primer factor contuvo un 32.0 % de la varianza total y explicó, principalmente, la relación que existe entre la capacidad de germinación, el vigor y la concentración de zeína en el endospermo, que se relacionan positivamente entre sí y con el primer factor, por lo cual se puede considerar éste como un componente o factor fisiológico, ya que se menciona que la fracción de proteínas estructurales son las responsables de la calidad fisiológica (Dunwell *et al.*, 2000); el segundo factor explicó un 22.9 % de la varianza total y estuvo determinado por las semillas sin germinar y la infección de *Fusarium moniliforme*, donde éstas se relacionaron negativamente con la concentración de albúmina en el embrión, por ser este factor un componente químico-sanitario; el resto de la varianza explicada (15.2 %) lo retuvo el tercer factor, que señala principalmente la relación positiva entre las concentraciones de zeína y glutelina en endospermo (proteínas estructurales), así como esta última en semilla entera, tal como se aprecia en el Cuadro 3.

Lo anteriormente expresado se puede apreciar en la Figura 1, en la cual se establecen las relaciones ya mencionadas. Para facilitar la comprensión, se establecieron cuadrantes mediante líneas que atraviesan cada factor en su punto cero; de esta manera, en el cuadrante superior derecho se deduce que existe una relación estrecha entre la germinación (CGPN) y el vigor (EAPN) con las concentraciones de zeína en endospermo (ZEINENDO), lo que confirma lo descrito por Carvalho & Nakagawa (1988) y Dunwell *et al.* (2000), quienes mencionan que la composición química de la semilla influye directamente en el vigor y en el potencial de almacenamiento de las mismas, sobre todo las proteínas estructurales; así mismo, con las concentraciones de glutelina en las tres formas, como se determinó en el endospermo (GLUTENDO), embrión (GLUTEMB), y semilla entera (GLUTSE), da por resultado la existencia de una relación positiva entre ellas; negativa con el porcentaje de infección en la semilla (*Fusarium*),

concentraciones de globulina, albúmina y zeína en semilla entera (GLOSE, ALBSE y ZEINSE, respectivamente), semillas muertas en germinación estándar (CGSM) y envejecimiento acelerado (EASM), así como en plántulas anormales en germinación estándar (CGPA).

Así se explica que la capacidad de germinación y el vigor (longitud media de plúmula) están directamente relacionadas con las concentraciones de globulina en endospermo y embrión, así como la zeína con el embrión, principalmente.

La concentración de las proteínas funcionales en semilla entera y embrión están estrechamente relacionadas con la infección de *Fusarium*, lo cual coincide con Hashem & Zohri (2003), ya que dicho patógeno produce enzimas capaces de degradar proteínas para su metabolismo. En este trabajo se percibió que a mayor concentración de albúmina y globulina en la semilla entera, existe mayor incidencia del patógeno, lo que coincide con Carrillo (2003), quien menciona que las micotoxinas producidas por estos patógenos también actúan sobre las membranas celulares, inhiben el ADN y la síntesis de ARN, y alteran el metabolismo de los lípidos y proteínas. También se aprecia en la Figura 1, que la relación positiva existente entre el vigor (el

envejecimiento acelerado (VEAPS) y el peso seco (VPS)) con las concentraciones de albúmina (ALBENDO) y zeína (ZEINENDO) en el endospermo, y de esta última con globulina (GLOEMB), ambas en el embrión, las cuales están relacionadas negativamente con la incidencia del *Fusarium*.

Los resultados del análisis de componentes principales se establecen las relaciones entre los genotipos. En la Figura 2 se aprecia que el genotipo G2 fue muy similar, en su expresión general, a los genotipos G7 y G9, así como el G6, ya que se caracterizan por presentar mayor vigor (peso seco y envejecimiento acelerado), y una alta concentración de proteínas, según se describe en el cuadrante inferior derecho de la Figura 1. Por su parte, el genotipo G8 se caracterizó por tener excelente capacidad de germinación, alta longitud de plúmula, pero bajo peso seco. El genotipo que presentó mayor deterioro por infección del patógeno y reducción de sus concentraciones de proteínas funcionales fue el G3, lo cual redundó en una baja capacidad de germinación y de pruebas de vigor, al igual que el G1, aunque éste presentó mayor cantidad de plántulas anormales y semillas muertas en el envejecimiento acelerado, así como diferentes concentraciones de proteínas.

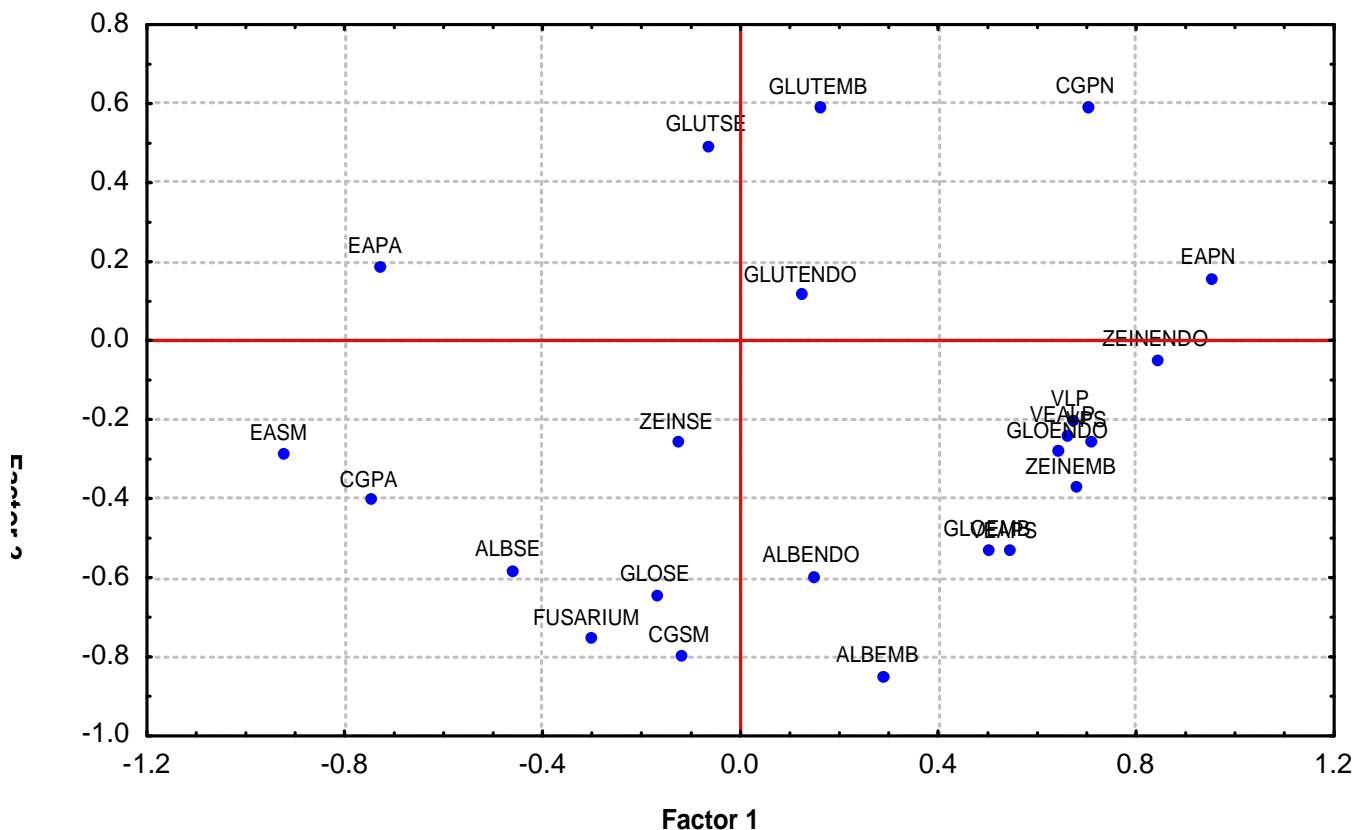


Figura 1. Relación entre variables estudiadas con base en el primer factor (fisiológico) y en el segundo (químico-sanitario).

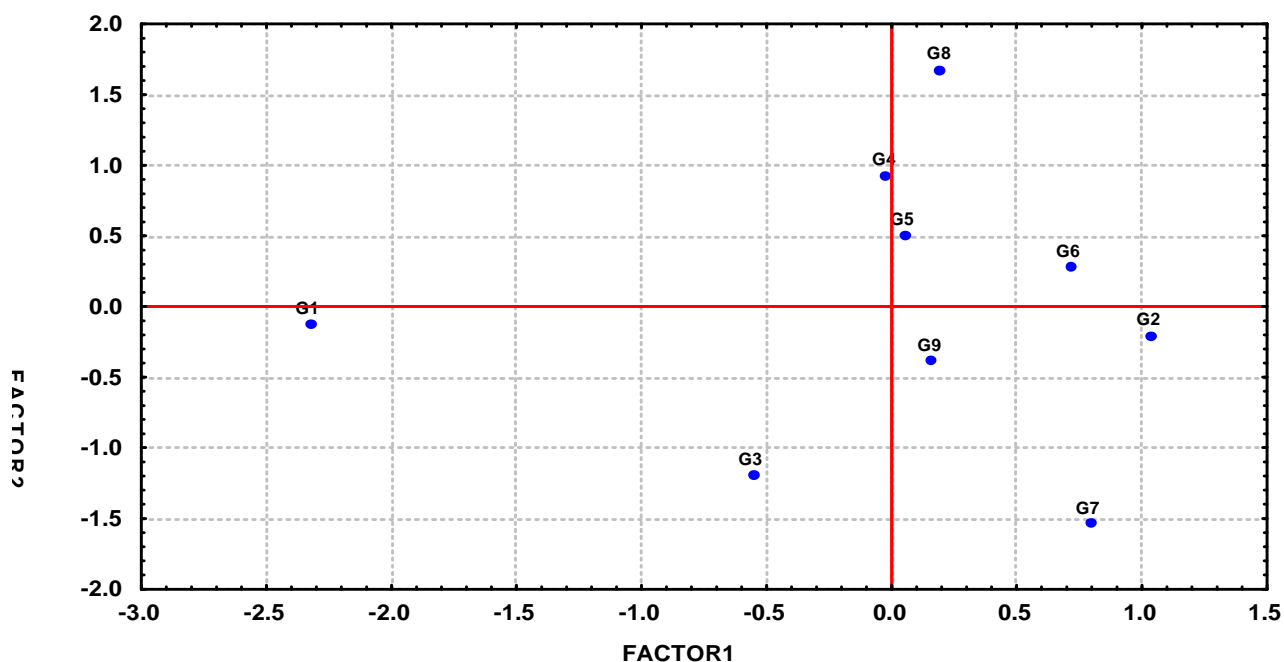


Figura 2. Relación entre genotipos estudiados con base en el primer factor (fisiológico) y en el segundo (químico-sanitario).

Cuadro 3. Coeficientes de correlación de variables con los factores, eigenvalores y varianza explicada para los nueve genotipos de maíz.

Variable	Factor 1	Factor 2	Factor 3
CGPN	0.698	0.596	0.057
CGPA	-0.748*	-0.399	-0.063
CGSM	-0.122	-0.793*	-0.004
EAPN	0.951*	0.162	-0.038
EAPA	-0.733*	0.191	0.040
EASM	-0.928*	-0.283	0.032
VLP	0.669	-0.197	0.255
VEALP	0.658	-0.238	0.328
VPS	0.704*	-0.250	0.339
VEAPS	0.540	-0.530	0.252
FUSARIUM	-0.307	-0.750*	-0.215
ALBSE	-0.463	-0.577	0.388
ALBENDO	0.148	-0.593	0.388
ALBEMB	0.285	-0.845*	-0.173
GLOSE	-0.170	-0.639	0.660
GLOENDO	0.641	-0.276	0.015
GLOEMB	0.502	-0.527	-0.494
ZEINSE	-0.125	-0.255	0.807*
ZEINENDO	0.841*	-0.429	-0.286
ZEINEMB	0.673	-0.367	-0.109
GLUTSE	-0.066	0.499	0.759*
GLUTENDO	0.122	0.119	0.715*
GLUTEMB	0.161	0.593	0.496
Varianza	32.00	22.88	15.21

Conclusiones

La presencia de *Fusarium moniliforme* en la semilla de la mayoría de los genotipos evaluados afectó radicalmente su calidad fisiológica, así mismo, la proliferación del patógeno se relacionó positivamente con las concentraciones de albúmina y globulina, proteínas de tipo funcional, las cuales son importantes en el proceso de la germinación. Los genotipos G1 y G3 mostraron los valores más altos de infección por *Fusarium moniliforme*, lo cual provocó una pérdida en la capacidad de germinación y vigor, con un incremento de semillas muertas y plántulas anormales después del envejecimiento acelerado. La mayor similitud en las características evaluadas se tuvo entre los genotipos G7 y G9 con relación al genotipo G2, que se utilizó como testigo.

Literatura Citada

AOSA (Association of Official Seed Analysts). 1992. Seedling evaluation handbook. Contribution No. 35. The Handbook of official Seed. USA. pp: 76- 80

AOSA (Association of Official Seed Analysts). 1983. Seed vigor testing handbook. Contribution No. 32. The Handbook of official Seed. USA. 88 p.

Bin Mohammad K. and Esen A. 1990. Zein degradation in the endosperm of maize seeds during germination. Amer. J. Bot. 77 (8): 973-980.

Booth C. 1971. The genus *Fusarium*. Commonwealth Mycological Institute (Ed.). Kew, Surrey England. 237

- Boyer R. 2000. Conceptos en Bioquímica. International Thomson (Eds.), D.F. México pp: 92-97, 257-265.
- Carrillo R. J. 2003. Micotoxinas. El veneno más potente de la naturaleza. Revista on Line Tattersall. (Ed.). 181 mayo-junio.
- Carvalho, N.M.; Nakagawa, J. 1988. Sementes: ciência, tecnologia e produção. 3 Ed. Campinas: Fundação Cragill. 424 p.
- De Barros E. G. y Larkins B.A. 1990. Purification and characterization of zein-degrading proteases from endosperm of germinating maize seeds. *Plant Physiol.* 94: 297-303
- Dunwell JM, Khuri S, Gane PJ. 2000. Microbial relatives of the seed storage proteins of higher plants: conservation of structure and diversification of function during evolution of the cupin superfamily. *Microbiology and Molecular Biology Reviews* 64:153-179.
- FAO. 2003. <http://faostat.fao.org/default.jsp/language=ES>.
- Forato L. A., L.A. Colnago, R.C. Garratt and M.A. Lopes. 2000. Identification of free fatty acids in maize protein bodies and purified \pm -zeins by ^{13}C and 1H nuclear magnetic resonance. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)/ Protein Structure and Molecular Enzymology.* 1543 (1): 106-114.
- Garay, A. E. 1989. La calidad de la semilla y sus componentes. pp: 2-11. *In: Memorias del primer curso avanzado sobre sistemas de semillas para pequeños agricultores. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia.*
- Guo, B. Z., Chen, Z.-Y., Brown, R. L., Lax, A. R., Cleveland, T. E., Russin, J. S., Mehta, A. D., Selitrennikoff, C. P., and Widstrom, N. W. 1997. Germination induces accumulation of specific proteins and antifungal activities in corn kernels. *Phytopathology* 87:1174-1178.
- Hampton, J.G. 2001. ¿Qué significa calidad de semillas? *Seed News. Septiembre/octubre, 5 (5): 1-2*
- Hashem, M.; Zohri, A. A. 2003. Morphological, phytopathological, toxicological, enzymological characteristics and molecular variation of some strains of *Fusarium graminearum* and *F. equiseti*. *African Journal of Mycology and Biotechnology* 11 (1): 1-20.
- Hojilla- Evangelista, P. Mila, Johnson and A. Lawrence. 2003. Optimizing extraction of zein and glutelin-rich fraction during sequential extraction processing of corn. *Cereal Chemistry* 80 (4): 481-484.
- Johnson, R.A. and D.W. Wichern. 1988. Applied multivariate statistical analysis. 2nd edition. Editorial Prentice Hall. New Jersey. USA. 607 p.
- ISTA (International Seed Testing Association). 1996. International Rules for Seed Testing. Rules 1996. *Seed Sci. Technol.* 13 (2): 299-355.
- Larsen, A. 1967. Electrophoretic differences in seed proteins among varieties of soybean, *Glycine max* (L.) Merrill. *Crop. Sci.* 7: 311-313.
- Lowry, O.H., Rosebrough N.J., Farr A.L. and Randall R.J. 1951. Protein measurement with the Folin phenol reagent. *J. Biol Chem.* 193: 265-275.
- Manly, B.F.J. 1986. Multivariate statistical methods: First edition Chapman and Hall (Eds.). London. 160p.
- Monjardino P., A.G. Smith and R. J. Jones. 2005. Heat stress effects on protein accumulation of maize endosperm. *Crop Sci.* 45 (4): 1203-1211.
- Neergaard, P. 1977. *Seed Pathology, Vol. I and Vol. II.* John Wiley & Sons, New York.
- Ortiz, L. 1992. Extracción y caracterización de las prolaminas del grano de seis cultivares de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench. *Arch. Latinoamer. Nutr.* 42 (1): 46-51.
- Parra, P. 1990. Caracterización de híbridos venezolanos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), Prosevenca 5, Criollo 1, Chaguaramas 3 y sus parentales, mediante la aplicación de electroforesis discontinua en gel de poliacrilamida y sus estudios morfológicos. Tesis de maestría. Facultad de Agronomía, Maracay Universidad Central. de Venezuela. 89 p.
- Parra, P. y Ortiz L. 1993. Montaje de un método electroforético para la identificación de cultivares de maíz. *Rev. Fac. Agron. Maracay. Universidad Central de Venezuela.* 19 (3): 213-226.
- Perry, D. A. 1977. A vigor test for seeds of barley (*Hordeum vulgare*) based on measurement of plumule growth. *Seed Science and Technology* 5: 709-719.
- Perry, D. A. 1987. Introduction: methodology and application of vigour tests: Growth and evaluation tests: Topographical Tetrazolium test. *International Seed Testing Association (ISTA). Handbook of vigour tests methods.* 2nd edition, Zurich, Switzerland. p.72
- SAS Institute Inc. 1989. SAS/STAT User's guide. Version 6. Fourth Edition. SAS Institute. Cary, NC. USA.
- Sato, K., Yamagishi T. and Yamauchi F. 1986. Quantitative analysis of soybean proteins by densitometry on gel electrophoresis. *Cereal Chem.* 63 (6): 493-496.
- SNICS (Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas). 1980. Normas para la certificación de semillas. Secretaria de Agricultura y Ganadería, Dirección General de Agricultura. México. pp: 66-67.
- Shutov A.D., H. Bäumlein, F.R. Blattner and K. Müntz.

2003. Storage and mobilization as antagonistic functional constraints on seed storage globulin evolution. *Journal of Experimental Botany* 54 (388): 1645-1654.
- Steel, G.D. and J.H. Torrie. 1980. Principles and procedures of statistics. McGraw-Hill (Ed.), New York. USA.
- Thomson, J. R. 1979. An introduction to seed technology. Thomson Litho Ltd. (Ed.), Great Britain. pp: 1-15.
- Association of Official Seed Analysts (AOSA) 1992. Seedling evaluation handbook. Contribution No. 35 The Handbook of official Seed. United Status of America. 76- 80 p.
- Association of Official Seed Analysts (AOSA) 1983. Seed vigor testing handbook. Contribution No. 32 The Handbook of official Seed. United Stateus of America. 88p.
- Bin Mohammad K. and Esen A. 1990. Zein degradation in the endosperm of maize seeds during germination. *Amer. J. Bot.* 77(8): 973-980.
- Booth C. 1971. The genus *Fusarium* kew surrey England. Commonwealth Micological Institute. 237 p.
- Boyer R. 2000. Conceptos en Bioquímica. International Thomson Editores, S.A. de C.V., México pp. 92-97, 257-265.
-

El Sector Agroalimentario en la Estrategia de Crecimiento y Desarrollo de México: de la Sustitución de Importaciones a la Liberalización Comercial

Elvia Esthela Romero-Durán

Facultad de Economía, Universidad Autónoma de Coahuila. Edificio E, Unidad Campo redondo. Saltillo, Coah., México. Tel: (844) 412-87-82; email: eromero_uyahoo.com

Recibido: 2004. Aceptado: Junio, 2006.

Abstract. *The agroalimentary sector in Mexico's growth and development strategy: from imports substitution to free trade.* As from the seventies, the structuralistic approach to the theory of growth and development indicates that foreign trade becomes a restriction for itself, and the results of this essay confirm this idea. Although in the strategy of commercial aperture an explicit function is not assigned to the agroalimentary sector, meaning little support is given to this item, it has had, as a matter of fact, a better performance than the whole economy in the years of crisis. From the year 1986, when Mexico adopted the strategy of growth supported on the commercial liberalization, the agroalimentary sector has shown, almost every year, a commercial deficit, increasing the alimentary dependency from abroad, according to the evolution shown by the Mexican agroalimentary trade balance during the period of 1970-2000. The tendency of the agroalimentary production trade shows that the insufficient national input production for the agroindustrial subsector, coming basically from the farming subsector, leads to an important increase of the imports and aggravates the commercial deficit.

Key words: commercial aperture, farming subsector, trade balance, commercial deficit, economic crisis, dynamics of growth.

Resumen. Desde los setentas, el enfoque estructural de la teoría del crecimiento y el desarrollo señala que el comercio exterior se convierte en una restricción para sí mismo, y los resultados de este trabajo confirman esa idea. A pesar de que en la estrategia de apertura comercial no se le asigna una función explícita al sector agroalimentario, lo que se traduce en un escaso apoyo a este rubro, en realidad tiene un mejor desempeño que la economía total en los años de crisis. A partir de 1986, cuando México adopta la estrategia de crecimiento sustentada en la liberalización comercial, el sector agroalimentario ha presentado déficit comercial en casi todos los años, lo que ha aumentado la dependencia alimentaria del exterior; según lo muestra la evolución de la balanza comercial agroalimentaria de México durante el periodo 1970-2000. La tendencia del comercio de productos agroalimentarios muestra que la insuficiente producción nacional de insumos para el subsector agroindustrial, que provienen básicamente del subsector agropecuario, conduce a un incremento importante de las importaciones y agrava el déficit comercial.

Palabras clave: apertura comercial, subsector agropecuario, balanza comercial, déficit comercial, crisis económica y dinámica de crecimiento.

Introducción

A partir de la década de los ochenta se presenta, a escala mundial, una desaceleración del ritmo de

crecimiento, el estancamiento en la productividad y una baja de los ingresos *per cápita*, variables ligadas directamente al crecimiento económico y a la pobreza, lo que obliga a repensar los determinantes y las restricciones

que se presentan al proceso de crecimiento económico. Es importante destacar que, aun cuando no hay una relación automática entre crecimiento y reducción de la pobreza, no se puede alcanzar esto último sin la recuperación del crecimiento en general, y del sector agropecuario, en particular. De ahí que la búsqueda de respuestas acerca de lo que determina el crecimiento, adquiera importancia para diseñar las estrategias que lo promuevan. Las respuestas que se dan a este cuestionamiento no son sencillas y dependen de la corriente teórica que aborde el problema.

En este artículo se pretende revisar, de manera general, algunas teorías del crecimiento económico y la influencia que sobre éste tiene el comercio exterior. A continuación, se revisa el papel que se le ha asignado al sector agroalimentario en la estrategia de crecimiento y su actividad en el conjunto de la economía mexicana en el periodo 1970-2000. Posteriormente, se presentan algunas de las dificultades que enfrentan los países en desarrollo en relación al comercio internacional de productos agroalimentarios. Finalmente, se analiza la evolución de las exportaciones e importaciones agroalimentarias en México, y se reconoce que el cambio de estrategia de crecimiento y desarrollo en el país ha alterado el desempeño del sector.

Revisión de algunas teorías sobre el crecimiento económico

Conviene, para los fines de esta investigación, agrupar las teorías sobre el crecimiento económico en dos grandes corrientes: la escuela neoclásica y la estructuralista. Dentro de la primera se encuentra la teoría del crecimiento endógeno, que adquiere importancia en la década de los ochenta. Esta teoría hace énfasis en la cuestión del progreso técnico y construye modelos en donde el crecimiento económico es un proceso endógeno que se retroalimenta con la inversión en la producción de conocimientos y en la formación de capital humano. Desde el punto de vista de esta teoría, el crecimiento puede ser un proceso continuo en el tiempo, dada la acumulación de conocimientos y el aprendizaje a partir de la experiencia de tal forma que las economías pueden diferenciarse según sus dotaciones de recursos y conocimientos. Las economías con mayor desarrollo cuentan con ventajas competitivas frente a aquéllas que tienen menores cantidades de recursos productivos y menor propensión a asimilar el progreso técnico, de tal manera que en el comercio entre naciones, las primeras obtienen mayores beneficios.

Por otra parte, la teoría estructuralista del crecimiento en los cincuenta y sesenta destaca los aspectos de la industrialización y especialización manufacturera, ya que

“el pobre desempeño de las economías semiindustrializadas obedece a su orientación predominantemente hacia la producción y comercialización de bienes primarios” (Ocegueda, 2000:11). Por tanto, dado que la limitación del crecimiento de las economías pobres se ubica en el predominio de la producción agrícola, la teoría estructuralista sugiere un cambio en la orientación de estructura productiva.

En los setentas surge, dentro de la teoría estructuralista, una corriente que plantea que el comercio exterior se constituye en una restricción al crecimiento (REC). Según esta corriente, la restricción proviene de la incapacidad de las economías de los países en desarrollo (PED) de producir bienes intermedios y de capital a los niveles requeridos por el proceso de crecimiento. En otras palabras, el proceso de crecimiento lleva aparejado un incremento substancial de la demanda de productos del exterior, y una creciente y elevada elasticidad del ingreso de las importaciones. Todo esto, combinado con estructuras exportadoras endebles, trae como resultado un déficit comercial importante. Si este déficit puede ser financiado con capital externo (préstamos, inversión extranjera directa o de cartera), la capacidad de crecimiento de la economía se mantiene, de lo contrario se deben aplicar medidas correctivas o programas de ajuste que implican una contracción brusca y repentina de la demanda interna para corregir el desequilibrio externo. Dicho ajuste de la demanda implica, no sólo el freno a las decisiones de inversión, sino la reducción importante de ingresos para la población, por lo tanto, se realiza a “costa de dolorosas implicaciones sociales” (Loría, 1997).

El tema de la restricción externa en México ha sido analizado por diferentes autores (Loría, 1997; Fujii y Loría, 1996), los que señalan la profundización de esta restricción a partir de los ochenta, cuando se inicia el programa de ajuste y estabilización. La intensificación de la REC se hace evidente al presentarse un ritmo de crecimiento de la economía mexicana cada vez menor, asociado a mayores déficits comerciales (Loría, 1997). Es decir, a partir de la apertura comercial que emprenden las autoridades mexicanas en 1986, la tasa de crecimiento compatible con el equilibrio comercial retrocede, alcanzando tasas negativas muy elevadas. Esto revela que, no obstante, que la economía mexicana ha mejorado notablemente su capacidad exportadora de manufacturas, los cambios de la estructura productiva provocan un aumento de la cantidad de divisas requeridas para sostener el proceso de crecimiento económico. De igual manera, Fujii (2003) considera que, en las dos últimas décadas, la restricción fundamental al crecimiento de la economía mexicana proviene del sector externo y se manifiesta por el constante incremento del déficit de la balanza comercial.

El desempeño de los sectores agropecuario y agroindustrial, sobre todo a partir de la apertura comercial, contribuyen a este déficit.

El sector agroalimentario en la estrategia de crecimiento y su dinámica en el conjunto de la actividad económica 1970-2000

El sector agropecuario en México es un sector en franco deterioro, incluso considerado por las autoridades gubernamentales como inviable. Para las autoridades, el proceso de decadencia del sector no tiene su origen en la apertura comercial que se lleva a cabo en el país, a partir de 1986, sino que es un proceso que inicia desde la puesta en práctica de la Estrategia de Industrialización Sustitutiva de Importaciones (EISI) a finales de la década de los cuarenta. En un intento de mostrar cuál ha sido el desempeño real del sector agropecuario en el país, se revisa el papel que se le ha asignado a este sector en la estrategia de crecimiento y desarrollo, y su desempeño en el conjunto de la economía mexicana

Desde la década de los cuarenta al sector agropecuario se le asignó el papel de apuntalar la industria, incluso a expensas de su propio crecimiento y desarrollo, como parte de la EISI. En esta estrategia estuvo presente la convicción de que un país era más avanzado, cuanta menos importancia relativa tuviera el sector agropecuario dentro de la economía en su conjunto. La EISI exhibe síntomas de su agotamiento a finales de los setenta y es sustituida, a mediados de los ochenta, por una estrategia de crecimiento y desarrollo basada en las exportaciones o de Apertura Comercial (EAC).

Según el diagnóstico realizado por el gobierno, en la primera mitad de los ochenta los problemas del sector agropecuario se debían a la falta de estímulo a la innovación tecnológica, resultado del proteccionismo comercial. Esta protección estimuló a los productores a destinar la mayor parte de su producción al mercado interno cautivo, con productos de baja calidad internacional, e inhibió el estímulo a mejorar para captar una mayor porción del mercado.

Para superar estas deficiencias, según el diagnóstico del gobierno, era necesario realizar un cambio de estrategia, que obligara a los productores a elaborar bienes que pudieran competir en el mercado internacional y, de esta forma, reducir la dependencia de recursos externos para el crecimiento económico futuro. El cambio de la EISI a la EAC, que se produce cuando México se incorpora al GATT en 1986, no se hace explícito hasta después de algunos años, en 1989.

Los aspectos esenciales que contempla esta EAC son la reducción de la participación del Estado en la economía y la liberalización comercial. En esta estrategia se privilegia

al mercado como el mecanismo más eficiente para asignar los recursos de una economía y, sobre esta base, se modifica la política económica que se había implementado en décadas anteriores. Los cambios en esta política se refieren a la disciplina fiscal, a la liberalización comercial y financiera, a la privatización y a la desregulación.

Este conjunto de medidas, denominado *política de ajuste macroeconómico y cambio estructural*, afectó el funcionamiento de todos los sectores de la economía, en especial y de manera negativa, el del sector agropecuario. La disciplina fiscal implicó, entre otras cosas, menos gasto público destinado a la inversión del sector agropecuario, y la eliminación de los apoyos y subsidios al campo. Por otra parte, la desregulación, junto con la privatización, involucró la venta de empresas productoras de semilla y fertilizantes, de empresas comercializadoras, aseguradoras y almacenes, a agentes privados.

En cuanto a la liberalización comercial, la acción del gobierno se centró en las negociaciones para reducir, en ocasiones de manera unilateral y repentina, las barreras comerciales a los productos del exterior. De ahí que, en la consolidación de la estrategia de apertura comercial, es importante el papel de los tratados comerciales firmados por el gobierno mexicano. Sin embargo, en esta estrategia no se advierte claramente el papel que cumple el sector agropecuario. La firma reciente (2003) del Acuerdo Nacional para el Campo le otorga la función de lograr la soberanía y autosuficiencia alimentaria, sin embargo, no se concretan las medidas que se deberían llevarse a cabo para que pudiera cumplir esta función.

En cuanto a la contribución que hace el sector agropecuario a la economía mexicana, ésta ha descendido en el periodo 1970-2000, lo que refleja el supuesto crecimiento del país. Esta contribución es entre tres y cuatro veces mayor en México que la que se registra en EUA y en la Unión Europea en los últimos años de la década de los noventa: 6.0, 1.5 y 2.2 por ciento, respectivamente; además, este sector proporciona casi el 21 % del empleo remunerado en el país, mientras que en EUA esta cifra es del 2.7 y en la Unión Europea es del 4.7 %. Por otra parte, el consumo intermedio que realiza el sector agropecuario genera demanda para otras actividades económicas como la producción de semillas, servicios de almacenamiento, de financiamiento, de transporte, de distribución y de comercialización. Así, de cada diez pesos de las ventas totales del sector manufacturero, tres corresponden al consumo intermedio del sector agropecuario y agroalimentario (Rosenzweig, 2001).

La tendencia declinante de la participación del sector agropecuario se muestra en la Figura 1. Esta situación

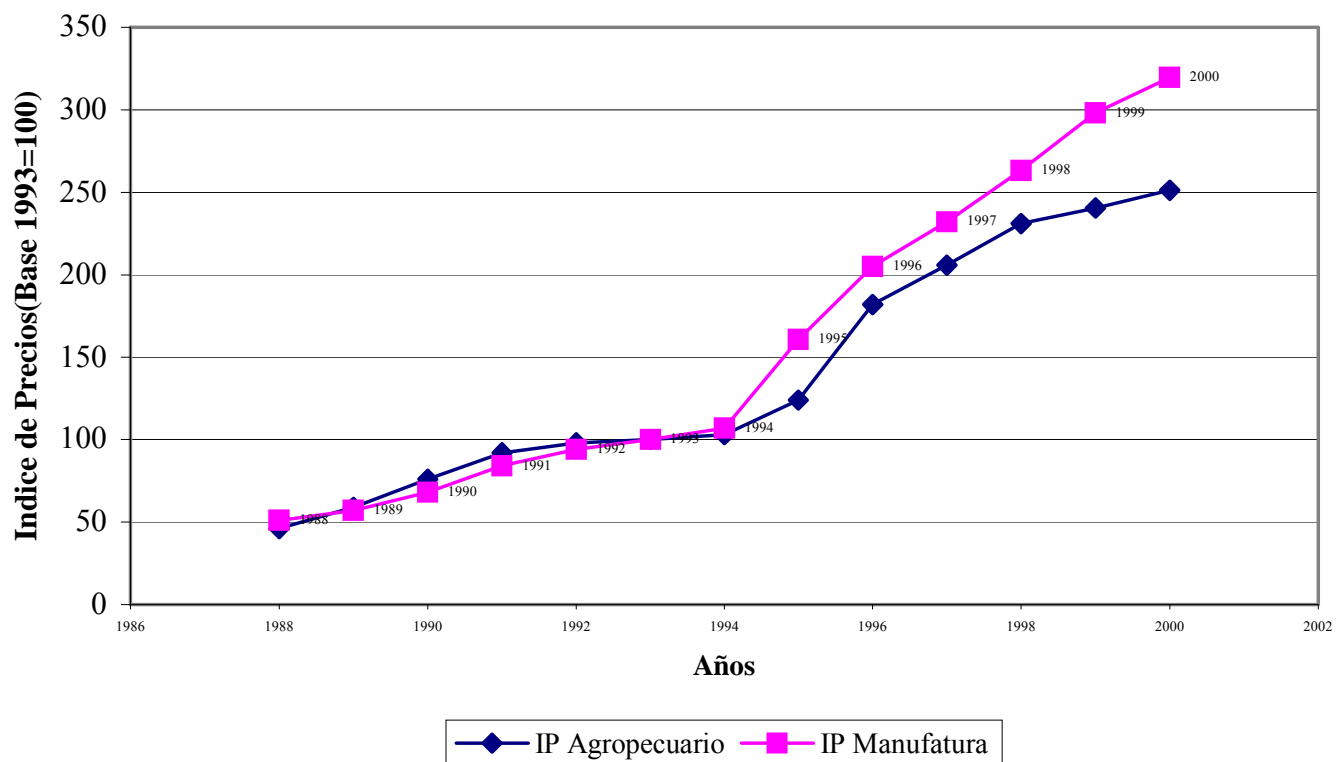


Figura 1. Evolución de la participación de los sectores en la economía de México 1988-2000. Fuente: INEGI. Anuario Estadístico de los EUM y Sistema de Cuentas Nacionales de México. Varios años.

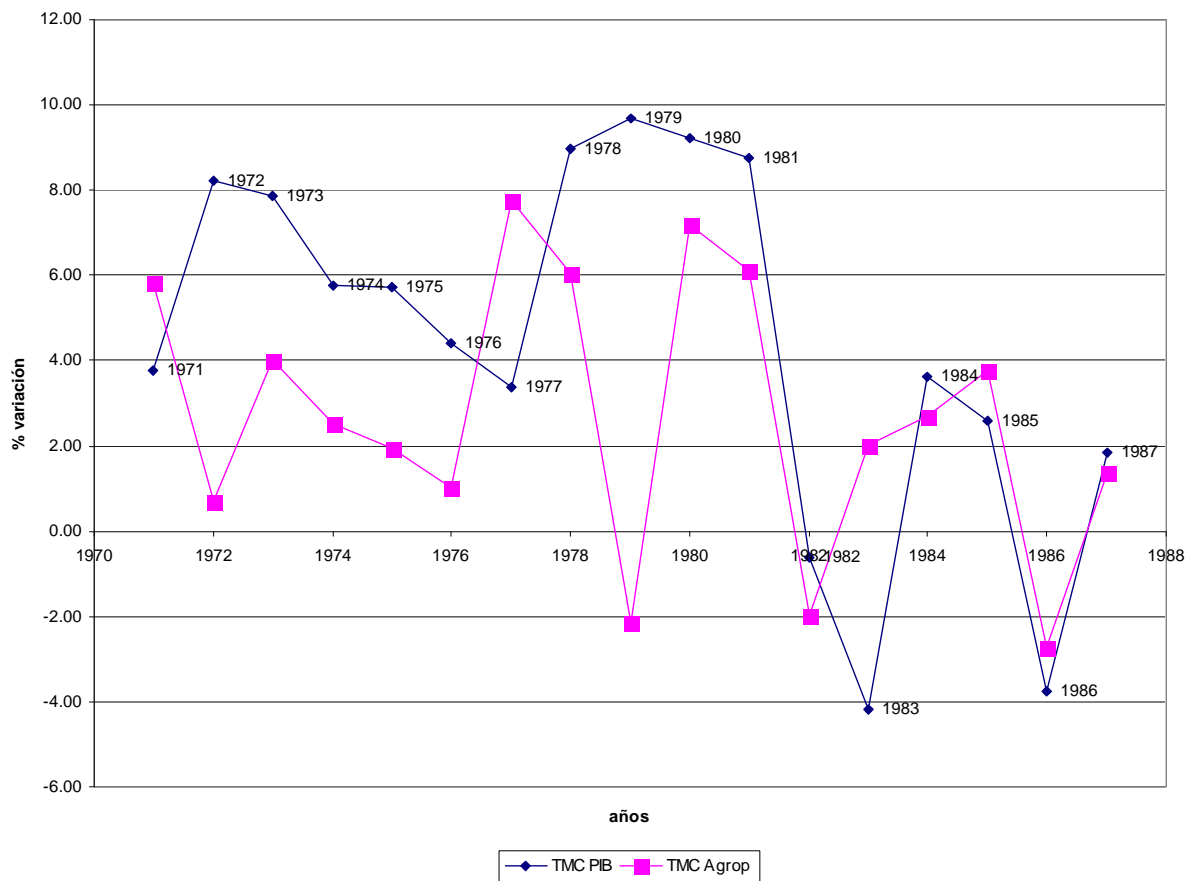


Figura 2. Tasa de crecimiento del PIB total y del Sector Agropecuario de México 1971-1987.

difiere de la que muestra la manufactura, cuya participación se mantiene alrededor del 22 % en las tres décadas.

Por otra parte, la información estadística expresada en precios constantes de 1980 y de 1993, muestra que la tasa media de crecimiento anual (TMCA) del sector agropecuario es irregular y que no es privativa del sector, ya que también está presente en la economía en su conjunto. Sin embargo, merece la pena destacar que en algunos años, cuando el PIB total aumenta, no ocurre lo mismo con el del sector, es decir, el incremento de la actividad económica no incentiva al sector. Esto induce a pensar que el sector agropecuario tiene poco impacto en el desempeño de la economía mexicana o que la economía tiene un impacto reducido en el sector. Para Ibarra (1994), esta atonía productiva del sector agropecuario se explica por la reducida inversión en el sector agrícola.

En general, la TMCA para la economía en su conjunto, en el periodo 1970-1985 es superior a la del periodo de 1988-2000, pues fue de 5.1 % y 3.7 %, respectivamente. Para el sector agropecuario se repite la misma situación: es mayor en el primer periodo (3.1 %) que en el segundo (1.7 %). Las menores tasas de crecimiento en el segundo periodo permiten afirmar que el cambio de estrategia perjudicó, más que benefició, a la actividad económica como un todo.

Sin embargo, conviene advertir que en el primer periodo, el crecimiento del sector es más irregular que en el segundo. Esto se puede observar en las Figuras 2 y 3. En éstas se distingue un movimiento más irregular de las líneas que indican las TMCA del sector agropecuario, en el primer periodo, comparado con el segundo, en el que las líneas son más suaves. Esto es acorde con el estudio realizado por la CEPAL (2002), en donde se señala que el desempeño sectorial mostró una mayor estabilidad en la década de los noventa comparado con las décadas precedentes.

Los datos de la TMCA por décadas indican el estancamiento de la producción agropecuaria en los ochenta, lo cual conforma y confirma lo que se conoce como la “década pérdida” para el desarrollo, ya que el crecimiento en esta década contrasta con el de los setenta y noventa. En el documento *El sector agroalimentario y la economía nacional en el marco del TLCAN* (2003), la SAGARPA señala que el Producto Interno Bruto del sector agroalimentario tuvo una recuperación de 2.8 % en el periodo 1994-2001, casi similar al 2.9 % que registró la economía nacional en su conjunto.

Es posible que la balanza comercial del sector agropecuario desempeñe un papel fundamental para explicar este comportamiento, en especial, el incremento de las exportaciones netas del sector, en 1982 y 1986, que amortiguan la caída de la tasa de crecimiento de la producción agropecuaria. Otro elemento que influye para

explicar los diferenciales de las tasas de crecimiento de la economía en su conjunto y del sector agropecuario, es la producción para el autoconsumo, la cual adquiere mayor importancia en periodos de recesión económica (Ibarra, 1994). Finalmente, en la explicación del comportamiento del sector, es necesario considerar que la economía mexicana depende de, o se halla más influida por, el crecimiento de la manufactura, que por el del sector agropecuario, ya que la contribución de la primera es muy superior a la del segundo.

Por último, una de las cuestiones que interesa resaltar es cómo la producción del sector agropecuario está limitando la capacidad de crecimiento de la economía mexicana. En la investigación de Fujii (2002), señalada antes, se afirma que el desempeño de la agricultura limita la disponibilidad de divisas para el crecimiento de la economía, ya que su producción es insuficiente para abastecer la demanda de materias primas que hace la agroindustria. Esto determina la necesidad de importaciones de insumos indispensables para la producción agroindustrial, las que son considerablemente más elevadas que las exportaciones, en periodos de expansión. Según este autor (Fujii, 2002), la importancia relativa del déficit de la agroindustria respecto a los de la industria manufacturera, en los últimos años ha crecido: en 1999 el 3.6 % y en 2001 el 9.9 %. Las investigaciones sobre la industria de alimentos en México (Castañón, Solleiro y Del Valle, 2003), muestran no sólo ese resultado, sino que la característica distintiva de este tipo de industrias es la formación de oligopolios cuyo capital es de origen extranjero, como el caso de lácteos, refrescos y agua. De ahí que se concluya que la incapacidad de abastecimiento de insumos para la industria, mostrada por el sector agropecuario, está restringiendo el crecimiento de la economía mexicana.

Intercambio comercial de productos agroalimentarios en los países en desarrollo

La situación de la balanza comercial de productos agroalimentarios no es privativa de nuestro país, sino que también se presenta en otros países en desarrollo (PED), de ahí la necesidad de revisar lo que sucede en el contexto de la división internacional de la producción y el comercio de este tipo de bienes. Al examinar la situación del comercio mundial de bienes agroalimentarios, se advierte una concentración de las transacciones comerciales entre los países desarrollados (PD). Esta concentración es el reflejo de una estructura de la producción, en la que los PD poseen un porcentaje mayor de tierra cultivable, utilizan una mayor cantidad de maquinaria agrícola por trabajador y por lo tanto, emplean una menor proporción de fuerza de

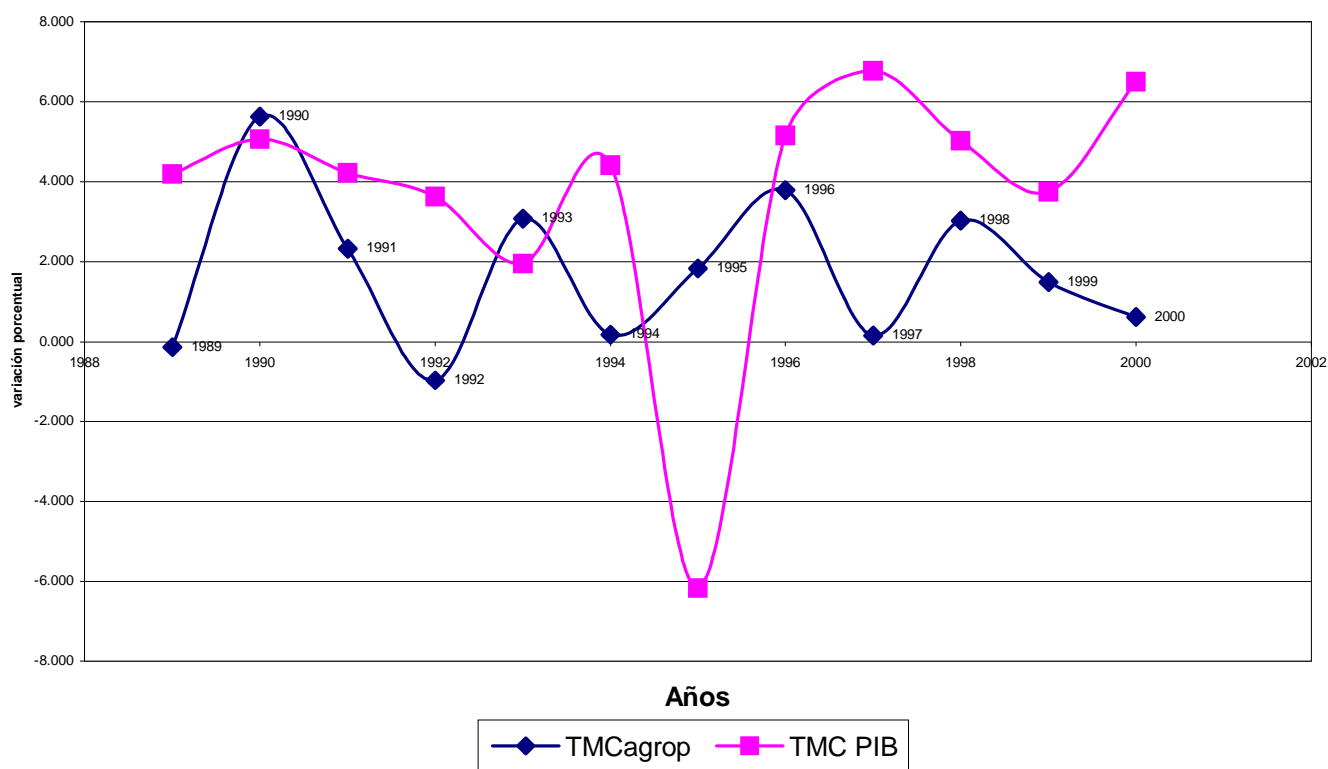


Figura 3. Tasa de crecimiento del PIB total y del Sector Agropecuario de México 1989-2000. Fuente: INEGI. Sistema de Cuentas Nacionales de México. Banco de Información Económica

trabajo agrícola (Martínez y Vidal, 1995). Las cifras obtenidas de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, por sus siglas en inglés) son reveladoras: los PD responden por la exportación – importación de casi tres cuartas partes del comercio mundial de alimentos y el resto, la cuarta parte, corresponde a los PED. Adicionalmente se observa, en estos últimos, una fuerte y creciente dependencia, tanto de insumos para desarrollar la actividad agrícola, como de alimentos (Martínez y Vidal, 1995).

No obstante el gran peso que tiene el comercio agroalimentario en los PD no está exento de dificultades, ya que cada país protege la actividad agrícola de la competencia de otros países. En este ambiente de conflicto, juegan un papel importante las grandes empresas mundiales que operan en la agroindustria y que son propietarias de los adelantos tecnológicos. La competencia que realizan entre ellas por conseguir mayores cuotas del mercado mundial es muy fuerte, e involucra a los gobiernos nacionales.

Así, gobiernos de los PD han puesto en práctica políticas agrícolas y comerciales orientadas a la protección del sector agroalimentario; dicho proteccionismo se extiende a las relaciones comerciales de los PD con los PED, que se hace efectivo a través de restricciones arancelarias impuestas a las exportaciones de alimentos que realizan estos últimos. Para alcanzar los objetivos de la política agrícola (seguridad

alimentaria, estabilidad del mercado agrícola y garantía de ingresos aceptables para los agricultores), los gobiernos de los PD mantienen altos precios internos para los productos agrícolas, otorgan fuertes subsidios a la producción de bienes que conforman su dieta básica e imponen altos aranceles al comercio (León, 1994).

El Cuadro 1 muestra el monto de los subsidios que otorgan algunos países a la producción agrícola y el porcentaje de valor que representa respecto a ésta. Sobresalen por su cuantía EUA y Japón.

Cuadro 1. Subsidios a la agricultura en países seleccionados (1999).

Países	Miles de millones de dólares	Valor de la producción %
Canadá	3.9	20
EUA	54.0	24
Corea	19.0	74
Japón	58.9	65
México	5.7	23
Turquía	11.9	36
UE (15 países)	114.5	49
OCDE	282.1	40

CEPAL Panorama de la Agricultura de A. L y el Caribe 1990-2000.

La puesta en práctica de este tipo de políticas ha traído como resultado un incremento de las exportaciones de alimentos de los PD, que tratan de colocar sus excedentes a bajos precios (precio dumping) en el mercado mundial, y un aumento de sus importaciones de estos mismos productos en los PED. Los gobiernos de los PED optan por la defensa de sus manufacturas en el mercado mundial y abogan por un programa de liberalización de los productos agropecuarios, a pesar de la evidente volatilidad de sus precios y la tendencia al deterioro de la balanza comercial agroalimentaria. Sobre la práctica de vender productos a precios por debajo de su costo, una investigación reciente del Instituto de Políticas de Agricultura y Comercio (IATP, por sus siglas en inglés), señala que EUA exportó productos agrarios básicos a los mercados, violando las reglas de la Organización Mundial del Comercio (OMC). Los investigadores del IATP, después de revisar los datos oficiales del departamento de Agricultura de EUA y de la Organización para el Comercio y Desarrollo Económico (OCDE), encontraron que maíz, soya, algodón, trigo y arroz fueron vendidos a precios de dumping. En el año 2001, el nivel de dumping para maíz oscilaba entre 25 y 30 %, es decir, éste se vendía en el mercado mundial hasta 30 % por debajo de su valor. En el caso del trigo, el nivel era de 40 %, el de soya de 30 %, el de algodón de 57% y el de arroz de 20%. El informe *US Dumping on World Agricultural Markets: Can Trade Rules Help Farmers?* puede ser consultado en el sitio del Institute for Agriculture and Trade Policy: www.tradeobservatory.org (Cason y Brooks, 2003).

El resultado de estas prácticas comerciales es una balanza comercial deficitaria y, por ende, incrementa la dependencia alimentaria de los PED. La política agrícola, los subsidios y los precios dumping, son sólo algunos ejemplos de las difíciles discusiones que se presentan en torno al comercio de productos del sector agroalimentario. Una prueba de lo dicho antes, es el Acuerdo Agrícola de la Ronda Uruguay, inscrito en el Acuerdo General sobre Aranceles y Comercio (GATT, siglas en inglés). Este acuerdo, que pretende ser un mecanismo para regular las relaciones comerciales entre los países, no ha sido eficaz para disminuir las políticas proteccionistas, ni ha mejorado las condiciones de equidad en el comercio; además, expresa los intereses económicos y comerciales de los PD y restringe la participación e influencia de los PED (Rello y Trápaga, 2001).

En la última ronda de negociaciones de la OMC (Doha, Qatar, 2002), el tema agropecuario causó importantes controversias y para los PED sus resultados no fueron significativos. A pesar de que los países se comprometieron a mejorar sustancialmente el acceso a los mercados, a disminuir todas las formas de subvenciones a la

exportación, y a reducir la ayuda interna que origina distorsiones en el comercio, es claro que no hubo acuerdos precisos sobre el plazo en que se eliminarían tales subsidios, ni se determinó en qué medida se harían dichas reducciones. Los países desarrollados han sustituido las políticas de la “caja ámbar” por políticas de la “caja verde” y siguen manteniendo un elevado grado de protección. Este cambio de políticas está fuera del alcance de los PED, ya que implica una fuerte inversión de recursos financieros que son escasos en estos países (León, 1994). Así, desde la perspectiva de la región latinoamericana, puede decirse que el recuento de la reunión de Doha no es positivo, ya que los avances en agricultura y medio ambiente son bastante limitados (Gudynas y Evia, 2002). La Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), reconoce que la disminución del apoyo al sector en los PD ha sido “muy gradual y de poca importancia”, lo que obliga a los países de la región a adaptarse a las condiciones comerciales de aquellos países.

El comercio exterior de productos agroalimentarios en México 1970- 2000

En general, el contexto macroeconómico internacional y nacional influye sobre el comercio exterior del sector agroalimentario. Esto supone que los resultados que exhibe el comercio exterior dependen, tanto de variables reguladas por la política económica interna de un país, como de variables que quedan fuera del control interno y, por ende, se consideran aleatorias. Esto le confiere al comercio exterior de productos agroalimentarios cierto grado de vulnerabilidad respecto a la situación del comercio internacional. Escenarios cambiantes como la apreciación o depreciación del tipo de cambio, aumentos o disminuciones en el crecimiento del PIB per cápita en EUA, en los precios internacionales de los productos del sector o en tasas de interés interna e internacionales, y la firma de acuerdos comerciales, son algunos de los elementos que influyen en el resultado de la balanza comercial del sector. Es el caso de la adhesión de México al GATT en 1986 y la firma del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) en 1993. El primero implicó la eliminación de permisos previos de importación, muchos de los cuales fueron sustituidos por aranceles y aranceles cupo y con el segundo, se derogaron todas las barreras arancelarias, se redujeron las no arancelarias, y se eliminaron las restricciones cualitativas al comercio.

Evolución de las exportaciones agropecuarias y agroindustriales en México

En términos generales, el saldo de la balanza comercial del subsector agropecuario muestra superávit en los

setentas, combinaciones de déficit con superávit en los ochenta, y en la última década, los déficits son una constante. Esto permite pensar en un retroceso de este subsector a partir de la apertura comercial, que se manifiesta en un cambio importante en sus funciones: de ser un proveedor de divisas a la economía, pasa a ser un demandante de éstas, para hacer frente a los déficits de los últimos años. De igual manera, el subsector de la agroindustria de alimentos, bebidas y tabaco muestra una tendencia similar, aunque su déficit se agudiza en la última década.

De acuerdo a la información del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), la pérdida de importancia relativa del subsector agropecuario en las exportaciones totales es una constante desde finales de los setenta, y contrasta de manera evidente con la de la última década. Esta participación, que era de 47 % en 1970, se reduce a 10 % en 1980 y a sólo 2.5 % en el año 2000. No sucede lo mismo con las exportaciones agroindustriales que mantienen una participación alrededor del 3 % en estos treinta años.

La Figura 4 muestra el comportamiento de las exportaciones del sector agroalimentario (agropecuario y agroindustrial), en la que se hace evidente su rápido crecimiento, en especial a partir de la apertura comercial (1986). Es interesante observar que la diferencia entre ambos tipos de exportaciones se reduce en los últimos años. Este esfuerzo exportador de la agroindustria está basado en el incremento rápido de las importaciones de insumos necesarios para la producción, que desembocará en déficits importantes.

Para tener una idea del incremento de las exportaciones agroalimentarias; una medida que puede ser adecuada es el promedio anual por período y por décadas, y su comparación, según se muestra en el Cuadro 2. En éste

se observa que el crecimiento promedio de las exportaciones agroalimentarias (XAA) se acelera a partir de la apertura comercial: las exportaciones del subsector agropecuario (XAG) se incrementan más del doble, mientras que las del subsector agroindustrial (XAB) aumentan más de seis veces respecto al valor que registran en el periodo 1970-1985. Este esfuerzo exportador de la agroindustria se nulifica al compararlo con las importaciones que realiza en el mismo periodo, como se verá adelante. Finalmente, el aumento de las XAA que se obtiene sumando XAG y XAB, es un poco más del triple.

Cuadro 2. Exportaciones agroalimentarias de México. (Millones de dólares promedio anual).

Periodo	XAG	XAB	XAA
1971-1980	1248.3	183.9	1432.2
1981-1990	1591.8	965.6	2557.4
1991-2000	3304.2	2649.6	5953.8
1970-1985	1318.7	370	1688.7
1986-2001	3078.5	2446.8	5525.3

Fuente: Elaboración propia, con información de Anuario Estadístico de los E U M. Varios años

La observación de los datos sobre la dinámica de crecimiento de las XAA, presentada en el Cuadro 5, revela lo siguiente: La tasa media de crecimiento anual (TMCA) de las exportaciones del subsector agropecuario muestra que éste mantiene su ritmo de crecimiento, antes y después de la apertura comercial. Sin embargo, este dato encubre la caída de las exportaciones agropecuarias de la segunda mitad de los ochenta y la segunda mitad de los noventa. Por otra parte, el ritmo de crecimiento de las exportaciones agroindustriales exhibe una drástica caída en el periodo

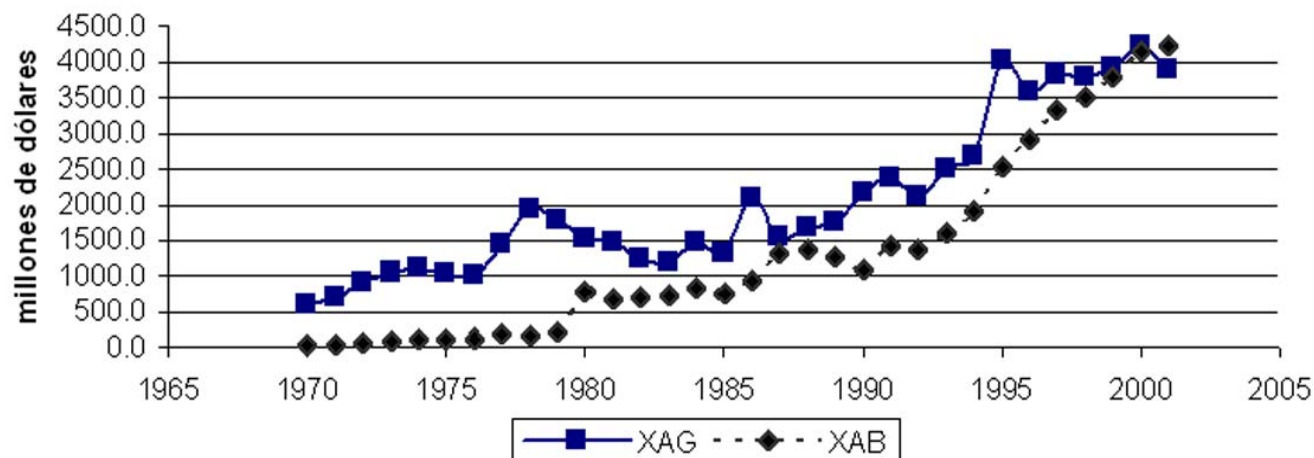


Figura 4. Evolución de las Exportaciones Agropecuarias y Agroindustriales de México 1970-2001. Fuente: Elaboración propia, con información de Anuario Estadístico de los E U M. Varios años

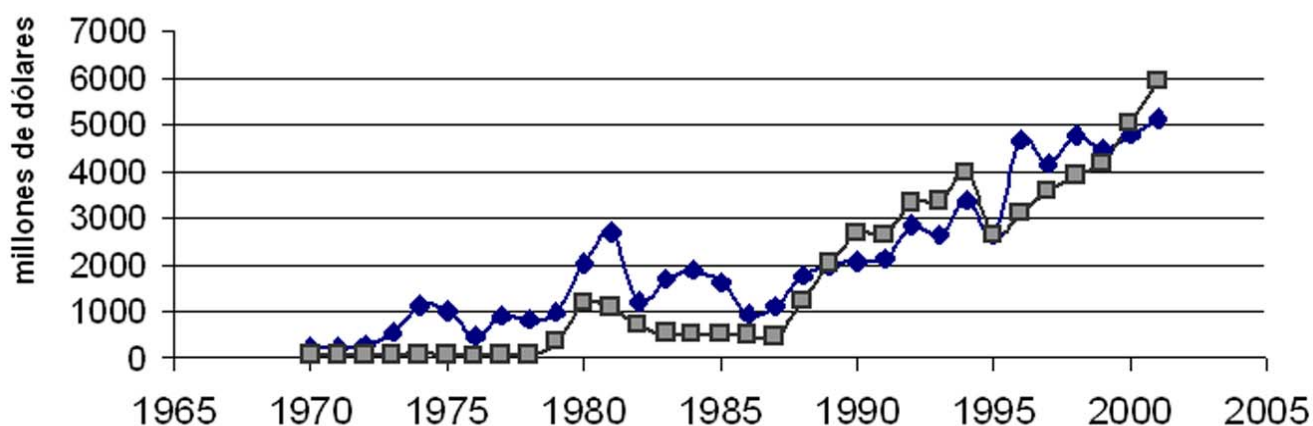


Figura 5. Evaluación de las Importaciones Agropecuarias y Agroindustriales de México 1970-2001. Fuente: Elaboración propia, con información de Anuario Estadístico de los E U M. Varios años.

posterior a la apertura, ya que la TMCA pasa de 23.7 % en 1970-1985, a 11.2 % en 1986-2000. Otras investigaciones (Rosenzweig, 2002), considerando periodos diferentes, difieren de estos resultados. El estudio de Rosenzweig (2002) señala que en el quinquenio anterior a la entrada de México al GATT-OMC (1980-1985), las exportaciones agroalimentarias mostraron una caída de 0.7 % en promedio, mientras que en el periodo 1986-1993, entre la entrada al GATT y antes de la firma del TLCAN, se incrementaron a un 5 %. Finalmente, después de la firma del tratado (1994-2000) crecieron a un ritmo de 12 %. Esto lo atribuye a la simplificación de trámites para la exportación, a la eliminación de canales únicos de exportación administrados por el Estado y a la liberalización de los insumos agropecuarios.

El menor ritmo de crecimiento de las exportaciones agroalimentarias en el segundo periodo, se debe al menor desempeño exportador de la agroindustria y no al del sector agropecuario, dado que éste conservó su ritmo de crecimiento en los dos periodos, lo cual puede sugerir que si la agroindustria no mantuvo su ritmo exportador, se debió a que la provisión de los insumos necesarios para la producción, que proviene en su mayoría del sector agropecuario, se vio limitada por el escaso crecimiento de este último (Fujii, 2003).

Finalmente, como resultado de la firma de nuevos tratados comerciales con otras regiones del mundo, se observa una reducción en la concentración de las exportaciones agroalimentarias en el área del TLCAN: de 90 % en 1990, a 83 % en el año 2000. (Rosenzweig, 2002).

Evolución de las importaciones agropecuarias y agroindustriales

La participación de las importaciones de productos agropecuarios cambia a lo largo del periodo, mientras que

en la década de los setenta fue superior al 10 %, a partir de 1986 se observa una tendencia declinante de ésta, al grado de que en el año 2000 sólo representa el 2.8 % de las importaciones totales. La Figura 5 muestra la evolución de las importaciones agropecuarias (MAG) y agroindustriales (MAB) producto de la apertura comercial, pues se observa su rápido incremento; asimismo se advierte que antes de la apertura, las importaciones agroindustriales no superaban a las agropecuarias; sin embargo, después de 1990 esta situación es más común.

Por otra parte, para tener una idea del incremento de importaciones en el periodo anterior y posterior a la apertura comercial, una medida adecuada es el promedio anual que se presenta en el Cuadro 3. Las importaciones promedio del subsector agropecuario (MAG) casi se triplican, en tanto que las importaciones agroindustriales (MAB) aumentan más de nueve veces respecto al promedio anual del periodo 1970-1985. Por último, las importaciones agroalimentarias (MAA), que se obtienen de la suma de MAG y MAB, crecen más de cuatro veces.

Cuadro 3. Importaciones agroalimentarias de México. (Millones de dólares promedio anual)

Periodo	MAG	MAB	MAA
1971-80	840.3	199.1	1039.4
1981-90	1700.7	1018.1	2718.8
1991-00	3653	3576.7	7229.7
1970/1985	1180.3	356.4	1536.7
1986-2001	3304.5	3239.3	6543.8

Fuente: Elaboración propia, con información de Anuario Estadístico de los E U M. Varios años

En cuanto al ritmo de crecimiento de las importaciones

agropecuarias que muestra el Cuadro 5, se observa un dinamismo importante en el periodo anterior a la apertura. Una situación inversa ocurre con la dinámica de crecimiento de las importaciones de la agroindustria, ya que crecen a un mayor ritmo en el periodo posterior a la apertura comercial. Con la misma selección de los periodos mostrada en la nota anterior, Rosenzweig (2002) encuentra que el ritmo de crecimiento de las importaciones es el siguiente: antes de la entrada al GATT se reducen 7.8 por ciento, antes del TLCAN se incrementan 22.6 por ciento y, después de éste hay un aumento más moderado de 5.1 %. Con estos resultados puede concluir que la firma del TLCAN beneficia al sector, ya que redujo de manera drástica el crecimiento de las importaciones agroalimentarias. Finalmente, los países del área del TLCAN han incrementado su participación en las importaciones que realiza México, de 65 % a 82 % entre 1990 y 2000, en especial EUA. (Rosenzweig A, 2002)

Balanza comercial agroalimentaria

Un desglose de la balanza comercial agroalimentaria en agropecuaria y agroindustrial, muestra que la primera fue superavitaria antes de la apertura comercial, y deficitaria en el periodo posterior. Los datos muestran que de cada 100 dólares exportados por el sector agropecuario en 1970, 33 dólares se utilizaban para pagar las importaciones, y el resto era un excedente que se destinaba al resto de las importaciones de la economía; mientras que en el año 2000 el sector requirió 13 dólares para pagar sus importaciones. La balanza comercial de la agroindustria presentó esta misma situación en la mayoría de los años de esa década. En términos absolutos, el déficit comercial

del sector agroalimentario se amplió, de 1,492 millones de dólares en 1990, a casi 3,000 millones de dólares en 2001.

La Figura 6 muestra la evolución de las exportaciones e importaciones en el periodo 1970- 2000. En ésta se observa que, hasta antes de la apertura comercial, en general las exportaciones agroalimentarias (XAA) fueron mayores a las importaciones agroalimentarias (MAA), salvo los primeros años de los ochenta. En el periodo posterior a la apertura comercial, la situación se invirtió y las MAA fueron mayores a las XAA, lo que corrobora la idea presentada por Fujii (2002), de que ante una leve recuperación de la economía mexicana, se produjeron incrementos importantes en las MAA. Esto ocurrió en el periodo 1989-1994 y 1997-2000. Los promedios anuales de exportaciones e importaciones de productos del sector agropecuario (XAG, MAG), de la agroindustria (XAB, MAB) y agroalimentarios (XAA, MAA) que se muestran en el Cuadro 4 confirman la idea de que la apertura comercial (1986-2000) afectó, de manera negativa, el desempeño exportador del sector agroalimentario.

Conviene señalar que en el déficit de la balanza comercial agroalimentaria influye, tanto la reducción de las exportaciones, como el aumento de las importaciones. La reducción de las exportaciones está relacionada con la disminución de la actividad económica que se presenta en los EUA, y por el lado de las importaciones, su incremento se explica, en parte, por la apreciación del peso respecto al dólar, que se presenta desde finales de los noventa hasta la actualidad. Esto sugiere que el desempeño favorable exportador del sector puede indicar, más que un cambio estructural a favor de un crecimiento apoyado en las exportaciones, un fenómeno de coyuntura. Algunos

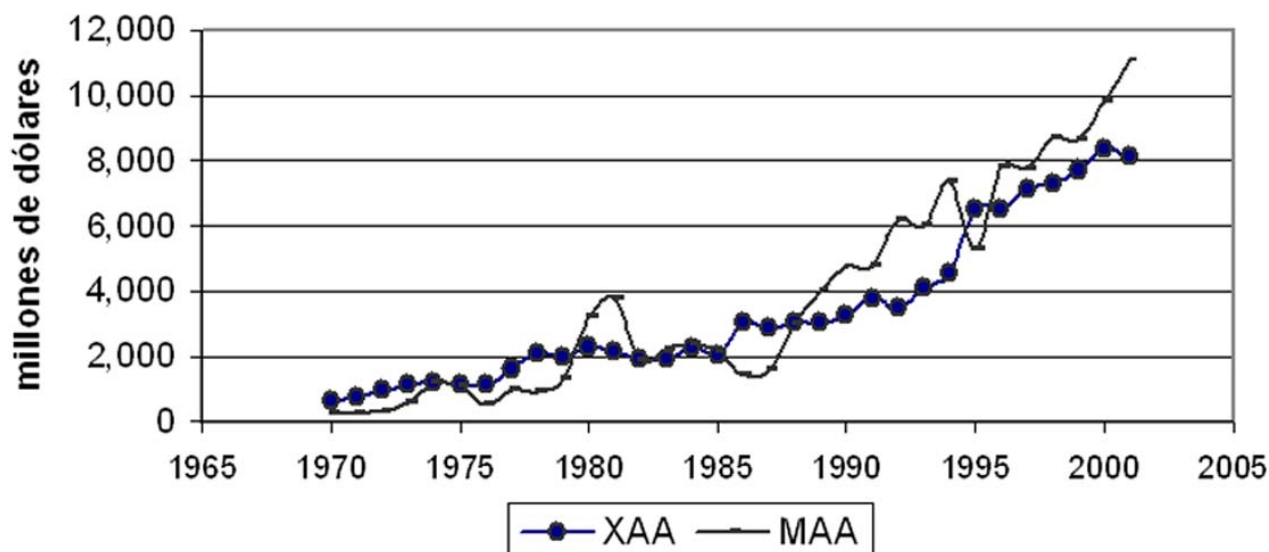


Figura 6. Evolución de las Exportaciones e Importaciones Agroalimentarias de México 1970-2001. Fuente: Elaboración propia, con datos del Anuario Estadístico de los EUM. Varios años

estudios (Ibarra, 1994) sugieren que el incremento de las exportaciones se debe a la búsqueda de mercados externos para hacer frente a la reducción de la demanda interna y que una vez que se recupera ésta, las exportaciones disminuyen. A título de ejemplo, en el año 1995, las exportaciones agroalimentarias aumentan 43% y las importaciones disminuyen 28.5% comparadas con el año anterior.

El Cuadro 5 muestra, por sectores, la TMCA de exportaciones e importaciones, las que finalmente explican los resultados de la balanza comercial agroalimentaria y sintetizan lo que se ha dicho líneas antes: la dinámica de crecimiento de las importaciones del sector agroalimentario excede a la de las exportaciones, en ambos periodos. Esto puede resultar paradójico, dado que la estrategia de apertura comercial tiene su fundamento en el estímulo y apoyo a las exportaciones.

un déficit acumulado de 3,390 millones de dólares en 1986-2001; la agroindustria tuvo un superávit de casi 204 millones y un déficit de 11,888 millones de dólares en los mismos periodos. De ahí que se insista que en la explicación de estos resultados juega un papel importante el cambio de estrategia de desarrollo, el cual privilegia al sector externo y a la manufactura como motor de crecimiento. Es importante mencionar que la estrategia de desarrollo puesta en práctica en México a mediados de los ochenta, sitúa en el centro del crecimiento económico a la industria, sin embargo, el saldo de la balanza comercial de la manufactura registra un déficit acumulado en el periodo 1970-1985 de 84 %, 187.6 millones y se ha incrementado hasta ser de 175,456.5 millones de dólares en el periodo 1986-2001.

Conviene señalar que existen otros factores que explican los resultados de la balanza comercial agroalimentaria. El

Cuadro 5. Tasa media de crecimiento anual. Exportaciones e importaciones agroalimentarias de México.

Exportaciones	Importaciones					
	Periodos	Agropecuario	ABT	Agro alimentario	Agropecuario	ABT
1985/70	5.28	23.71	8.12	15.02	16.67	15.38
2000/86	5.11	11.2	7.5	12.29	18.1	14.72

Fuente: Elaboración propia, con datos del Anuario Estadístico de los E U M. Varios años

Interesa destacar que los déficits agrícolas más importantes se presentan en oleaginosas, cereales y forrajes, mientras que en la agroindustria corresponden a derivados lácteos, mantecas y grasas. Las investigaciones sobre la industria de alimentos en México (Castañón, Solleiro y Del Valle, 2003) muestran que una de las ramas más dinámicas es la de carnes y lácteos, sin embargo, su producción depende de pasta de ave importada y leche en polvo. En la misma situación están otras ramas agroindustriales: importaciones de maíz para la rama de molienda, concentrados para la rama de refrescos, lúpulo para cerveza, granos y semillas oleaginosas para aceites comestibles. Según el director de Estudios Económicos de la Cámara Nacional de la Industria de la Transformación (Canacintra), México sólo industrializa dentro de sus fronteras 30 % de sus productos agrícolas, mientras que en Europa la proporción es de 80 %, y en EUA es de 90 % (La Jornada, 22 de Octubre 2001).

Otra forma de medir la evolución de las balanzas comerciales por periodos, es sumando los saldos de cada una de ellas, para mostrar si durante estos periodos finalmente se saldan los déficit con los superávit. Esta forma de proceder muestra que la balanza comercial del subsector agropecuario presentó un superávit acumulado en de 2,077 millones de dólares en el periodo 1970-1985, y

ingreso nacional es un elemento que influye en las importaciones en particular y el incremento del ingreso de algunos grupos de la población que desarrollan un patrón de consumo imitativo de los países desarrollados, conduce al incremento en los coeficientes de importación y de elasticidad del ingreso de las importaciones agroindustriales. Aunado a esto, se encuentra la apreciación del tipo de cambio que refuerza la dinámica de crecimiento de las importaciones del sector.

Otro factor que afecta el comportamiento de la balanza comercial del sector es la entrada en vigor del TLCAN. Uno de los trabajos sobre este tema (Janvry y Sadoulet, 1997) concluye que el TLCAN juega un importante papel al facilitar el comercio de forma asimétrica por favorecer más las exportaciones de Estados Unidos a México, que las importaciones de EUA procedentes de México. Otra investigación enfocada a revisar el impacto de la firma del TLCAN sobre el sector agroalimentario es la realizada por Schwentesius y Gómez (2001), quienes concluyen que México representa para EUA un mercado lucrativo y en expansión.

Finalmente, entre los factores que tienen más peso que la propia apertura comercial está la producción e ingreso del sector, y la economía en su conjunto; la productividad y precios del sector; la evolución económica de EUA; la

revolución biotecnológica, y la política económica representada por los apoyos al campo y el tipo de cambio (Schwentenius y Gómez, 2001).

Conclusiones

Según el enfoque neoclásico de la teoría del crecimiento, las economías desarrolladas cuentan con mayores ventajas competitivas relacionadas con su tendencia a asimilar el progreso técnico. Para la teoría estructuralista de los sesenta, la limitación del crecimiento de las economías pobres se ubica en el predominio de la producción y el comercio agrícola y al interior de esta corriente surge en los setentas, un planteamiento teórico alternativo que plantea que el comercio exterior se constituye en una restricción al crecimiento.

En relación al cambio de una estrategia de crecimiento (basada en la sustitución de importaciones) a otra, (cuyo soporte es el estímulo a las exportaciones), este afectó el funcionamiento de todos los sectores de la economía, en especial, afectó de manera negativa, el sector agropecuario. A pesar de que el papel asignado al sector agroalimentario en la estrategia de apertura comercial (EAC) no es explícito y, por tanto, el apoyo a este sector es mínimo, su dinámica de crecimiento fue superior al de la economía en su conjunto, en la primera mitad de los ochenta, de los noventa y los primeros años del 2000. Las posibles explicaciones de este desempeño son: el incremento de las exportaciones netas del sector que amortigua la caída de la tasa de crecimiento de la producción agropecuaria; la producción para el autoconsumo, la cual adquiere mayor importancia en periodos de recesión económica; y la dependencia de la economía mexicana respecto a la manufactura, ya que su participación es mayor que el del sector agroalimentario.

En relación al comercio de productos agroalimentarios, el apoyo que reciben (vía subsidios) los productores de los países desarrollados les da ventajas que no tienen los de los países en desarrollo y que se traduce en un aumento de la producción agroalimentaria; el resultado, para estos últimos, es una balanza comercial deficitaria y, por ende, el incremento de su dependencia alimentaria.

En México, es evidente el rápido crecimiento, en términos de valor, de las exportaciones e importaciones del sector agroalimentario a partir de la apertura comercial (1986). Sin embargo, considerando la dinámica de crecimiento por medio de la tasa de crecimiento (TMCA), el subsector agropecuario mantiene el ritmo de crecimiento de sus exportaciones en los periodos anterior y posterior a la apertura comercial, mientras que el agroindustrial (alimentos, bebidas y tabaco) muestra una reducción drástica en segundo periodo. Se advierte que después de

1990, las importaciones agroindustriales superan a las agropecuarias; así mismo, la dinámica de crecimiento de las importaciones del subsector agropecuario se reduce a partir de la apertura comercial, en tanto que la del subsector agroindustrial (ABT), aumenta.

En cuanto a la balanza comercial agroalimentaria, en general se observa que antes de la apertura comercial, las exportaciones (XAA) son mayores a las importaciones (MAA), salvo los primeros años de los ochenta. En el periodo posterior a la apertura comercial, la situación se invierte y las MAA son mayores a las XAA. Esto reafirma dos ideas: una, la presentada por Fujii (2002) de que la restricción al crecimiento de la economía mexicana se agudiza con la apertura comercial y dos, que en explicación de estos déficits, juega un papel importante la dependencia respecto a las materias primas importadas, que en general provienen del subsector agropecuario.

Literatura Citada

- Boltvinik, J. 14 jun. 2003, . "Hacia una teoría de la pobreza rural. Subsidios y cultivos agrícolas", en La Jornada, de 2003. México, D.F.
- Cason, J. y D. Brooks. 12 feb. 2003. Dumping de EU en cinco productos del agro; viola reglas de la OMC, en La Jornada, Economía. México, D.F.
- Castañón, R., J.L.Solleiro y M.C.del Valle. 2003. "Estructura y perspectiva de la industria de alimentos en México". Revista de Comercio Exterior 53 (2) 114 p. México.
- CEPAL, 2002. Panorama de la agricultura en América Latina y el Caribe 1990-2000. ONU. Chile.
- CEPAL, 2003. Estudio económico de América Latina y el Caribe. 2001-2002. Capítulo VII el Sector Externo.
- De Janvry, A. y E. Saudolet. 1997. "El TLC y la agricultura: una evaluación inicial", Investigación Económica, Revista de la Fac. de Economía de la UNAM, México, julio - septiembre. Num. 221.
- Fujii, G. 2002. La agricultura, la agroindustria y la restricción externa al crecimiento económico de México. Revista Problemas del Desarrollo, UNAM, México.
- Fujii, G. y E. Loría 1996. El sector externo y las restricciones al crecimiento económico de México. Revista Comercio Exterior. Febrero. México.
- Gudynas E. y G. Evia. 2002. Temas recurrentes, objetivos olvidados. Comercio Internacional y Agricultura Latinoamericana. Centro Latinoamericano de Ecología Social. Montevideo, Uruguay.
- Ibarra, C. 1994. Cambio estructural y potencialidad de crecimiento de la agricultura mexicana, 1982-1991 en México: la nueva Macroeconomía. Editorial Nuevo Horizonte, México.

- León, A. 1994. La política agrícola común de la Unión Europea. *Revista de Comercio Exterior* 44 (4). Abril. México.
- Loría, E. 1997. La economía mexicana en 1997: ¿Otra vez la restricción externa al crecimiento? *Economía Informa*, UNAM, México.
- Martínez, J. y J. M. Vidal. 1995. *Economía Mundial*. McGraw Hill, España.
- Ocegueda, J. M. 2000. Crecimiento y desarrollo económico. El estado actual del debate. Universidad Autónoma de Baja California, México, 167 p.
- Rello, F, y Y. Trápaga. 2001. Libre mercado y agricultura: Efectos de la Ronda Uruguay en Costa Rica y México. CEPAL Serie: Estudios y perspectivas. Unidad Agrícola. México. Diciembre.
- Rosenzweig, A. 2002. "Descripción de los sectores agroalimentarios y pesquero y características del medio rural" Cuadernos de Trabajo. Instituto de Altos Estudios Internacionales. México.
- Schwentenius R. y M.Gómez.2001. "El TLCAN y el sector agroalimentario de México". *Revista de Comercio Exterior* (51) (6). México.
-

Análisis Comparativo de Costos y Rentabilidad del Cultivo de Sábila (*Aloe barbadensis* Miller)

Gumerindo Alvarez Moreno

Departamento de Administración Agropecuaria de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista Saltillo, Coah., México. C.P. 25315. Tel. (844) 4-30-05-07, e-mail: gumalvmor@yahoo.com.mx

Recibido: Junio, 2005. Aceptado: Agosto, 2006

Abstract. *Comparative analysis of cost and profitability of Aloe vera (Aloe barbadensis Miller) cultivation. Mexico is one of the main producers of extracts and concentrated of Aloe Vera in the world. The preparation of strategic plans to confront the world competence is limited for shortage of competitiveness and profitability indicators of value of this commodity in the international environment. By this reason the presented objective proposed for this research was to determine this type of indicators for Aloe Vera crop in the countries that participate with Mexico in the world market. As hypothesis was considered that Aloe Vera leaf production is more profitable in Mexico in comparison with other countries, this is produced by the greater productivity. The analysis profitability aloe compared four countries in function to the applied technological packages, establishment and production costs, product price, gross profit and financial levels of performance of the invested capital. Mexico presents competitive advantages in technical conditions for the production, physical yields and establishment costs (investment). Nevertheless, it presents weaknesses in terms of operation costs by the highest prices in the labor and land resources. Inside one more aggregate analysis as it is the Internal Rate of Return (IRR), these results support the presented hypothesis.*

Key words: Competitiveness, incomes, profits, internal rate of return, net present worth.

Resumen. México es uno de los principales productores de jugos y concentrados de sábila en el mundo. La elaboración de planes estratégicos para afrontar la competencia mundial está limitada por la falta de indicadores de competitividad y rentabilidad de esta materia prima en el ámbito internacional. Por esta razón el objetivo planteado para esta investigación fue determinar este tipo de indicadores para el cultivo de sábila en los países que participan con México en el mercado mundial. Como hipótesis se consideró que la producción de hoja de sábila es más rentable en México que en los demás países dada la mayor productividad física. El análisis de rentabilidad de la sábila comparó cuatro países en función a los paquetes tecnológicos aplicados, los costos de establecimiento y producción, el precio del producto, la utilidad bruta y los niveles de rendimiento financiero del capital invertido. México presenta ventajas competitivas en condiciones técnicas para la producción, rendimiento físico y costos de establecimiento (inversión). Sin embargo, presenta debilidades en términos de costos de operación por los precios más elevados de los recursos mano de obra y tierra. Estos resultados dentro de un análisis más agregado como lo es la tasa interna de retorno (TIR) apoyan la hipótesis planteada.

Palabras clave: Competitividad, ingresos, ganancias, tasa interna de retorno, valor presente neto

Introducción

El Aloe vera o sábila es una planta suculenta y perenne utilizada en muchos países desde hace siglos que, a lo largo de la historia, ha sido aplicada por el hombre para diferentes fines, principalmente medicinales. Sin embargo, en la cosmetología, perfumería y en la elaboración de bebidas refrescantes y saludables la sábila tiene su mayor valor

económico, estimándose que la industria a nivel mundial proveyó en el 2003 materias primas y productos finales derivados de sábila, con un valor en ventas que superó los \$122,000 millones de dólares (IASC, 2004a).

Según IASC (2004b), la mayoría de la sábila que crece en Estados Unidos esta en el Valle del Río Grande, al sur de Texas, Florida y sur de California. En el mundo las principales regiones productoras son México, países del

Rin pacífico, India, Sudamérica, Centroamérica, el Caribe, Australia y África.

La participación de las empresas transnacionales norteamericanas ha sido crucial para la expansión del cultivo en México, sobre todo de 1993-1996, cuando se da la relocalización de las fuentes de abastecimiento de materias primas de Texas a Tamaulipas y predominan los altos precios internacionales. El aumento de la demanda, y la escasez de materias primas generada por las pérdidas de cosechas en Texas, son los factores que explican el crecimiento de los precios y que, finalmente, conducen a la decisión de las empresas procesadoras de relocalizar la producción hacia zonas más cálidas y productivas.

En México la producción de sábila se desarrolla principalmente en Tamaulipas y Yucatán. Para el año 2000 se produjeron en el país 48,694 toneladas, de las cuales el 72.6 % se cosecharon en Tamaulipas, el 27.1 % en Yucatán y el resto en tres estados (ASERCA, 2000).

No obstante la importancia de la sábila como cultivo alternativo en áreas económicamente deprimidas del país para incrementar los ingresos de los productores, el dinámico crecimiento experimentado en la superficie cultivada, y la vinculación de su explotación y comercialización a las compañías trasnacionales; no se tienen reportes de estudios que analicen la rentabilidad y competitividad del cultivo en el entorno internacional que permitan observar las ventajas competitivas entre los países que participan en este mercado. En México, algunos estudios de rentabilidad del cultivo en orden cronológico, son los siguientes.

Álvarez (1987) evaluó la factibilidad técnica y económica de la producción de hoja de sábila bajo condiciones de riego en Tamaulipas, y determinó un valor actual neto (VAN) positivo a una tasa de descuento del 40 % anual, y una tasa interna de retorno (TIR) del 248 %. Esto indica que la utilidad en la producción de sábila es mayor que los cultivos más importantes de la zona de estudio como maíz, frijol, trigo y sorgo.

Molina y Torres (1993) determinaron la factibilidad técnica y económica del establecimiento de una planta procesadora de sábila en Maxcanú, Yucatán. Concluyen que el proyecto de inversión alcanza independencia financiera al tercer año de operación, con una TIR de 422 %, condicionando el éxito del proyecto (en productores del sector social) a la política de desarrollo del gobierno del estado, dada la descapitalización de los mismos.

Posteriormente, López (1994) en un estudio similar realizado también en Yucatán, ratifica los resultados de Molina y Torres. Determinaron un VAN positivo a una tasa real del 10 % y una TIR de 14.4 %, lo cual significa un rendimiento tres veces mayor al de una inversión sin

riesgo.

Vivas (1996), estimó la utilidad promedio por hectárea para el cultivo-procesamiento de la sábila en la Comarca Lagunera en los ciclos 1993-95. Los resultados indican que se obtienen \$25 745 en promedio por unidad de superficie, lo que lo coloca como un cultivo alternativo mejor que la alfalfa en cuanto a rendimientos económicos, pero requiere de mayor inversión por hectárea por tratarse de un cultivo orgánico.

Dada la ausencia de estudios de competitividad internacional de la sábila, la presente investigación tuvo como objetivo determinar su rentabilidad y competitividad en los países que participan con México en el mercado mundial. Como hipótesis se consideró que la producción de hoja de sábila es más rentable en México que en India, el Salvador y Trinidad y Tobago dada la mayor productividad física.

Materiales y Métodos

La rentabilidad de una inversión se determinó mediante los métodos indicadores del VAN y la TIR, de acuerdo al método de estimación desarrollado por Gittinger (1982). Se consideró un horizonte de análisis de las inversiones de cinco años, periodo recomendado en los diversos paquetes tecnológicos como el apropiado para realizar la renovación de las plantaciones. El tamaño del proyecto para hacer la comparación entre países fue de una hectárea de cultivo, bajo las condiciones técnicas especificadas en cada caso.

La información para la estimación de los costos se tomó de fuentes institucionales del sector agrícola en medios electrónicos (Internet) y documentales. Los costos de los insumos y el precio de los productos para México se cotejaron y estimaron los valores medios en base a los datos aportados por Álvarez (1998); Industrializadora Mexicana de Sábila, S.A. de C.V. (INMEXA), (2000); y Venegas-Bustamante (2001); para el caso de El Salvador estos se obtuvieron de la Dirección General de Economía Agropecuaria (2001); para Trinidad y Tobago (T y T) del reporte de National Agricultural Marketing and Development Corporation (NAMDEVCO), (2001); y para la India de Agronet (2001).

Fue necesario reclasificar los conceptos o elementos del costo reportados por cada una de las fuentes para hacerlos comparables en categorías homogéneas.

Los precios de insumos, productos, servicios que componen los conceptos de costos e ingresos resultantes en el cultivo de sábila para cada país, se expresan a su valor de mercado al mes de julio del año 2000 y convertidos a su equivalente en dólares americanos a la tasa de cambio promedio vigente en ese año. La inversión, costos unitarios

e ingresos considerados en el análisis comparativo son aplicables a una hectárea de cultivo.

Se adoptó un escenario de condiciones óptimas para producción y mercado para México, lo que lo hace equiparable con los países objeto de comparación según las fuentes consultadas y citadas. Adicionalmente, sólo para el caso de la estimación de la rentabilidad en México, se añade un escenario más conservador, cuyo rendimiento es equivalente al obtenido en un año atípico como fue el de 1998 en Jaumave, Tamps., México (una de las principales regiones productoras del país).

Resultados y Discusión

Paquetes Tecnológicos

Los paquetes tecnológicos aplicados en los países bajo comparación, en general difieren entre sí (Cuadro 1). Las razones parecen estar relacionadas con la disponibilidad de factores de producción, tipo de explotación, condiciones de suelo y clima, antigüedad del cultivo en la zona, esquemas de vinculación comercial y desarrollo de investigación entre otras.

La variedad más extensamente cultivada en el mundo es *Aloe barbadensis* Millar, por ser la especie más utilizada por la industria manufacturera de los Estados Unidos, que es el mayor demandante del mundo a la cual se enlazan los productores a través de transnacionales. En los cuatro países que se analizaron se siembra este material genético. La alta disponibilidad de esta planta en América se debe su origen común a las formas silvestres de esta planta, ya que la mayoría de ellas proceden de las introducidas al nuevo mundo por los Jesuitas españoles en el año de 1590, durante la época de la colonia, por sus conocidas propiedades curativas (Dirección General de Economía Agropecuaria, 2001). Sin embargo, se reportan otras variedades menos comunes explotadas

comercialmente tales como el *A. Ferox* Miller que crece de forma silvestre en la región del Cabo, en Sudáfrica, y el *A. Arborescens* Miller en Uruguay.

La densidad de siembra en México es la más baja de los cuatro países. Este factor es del 50 % de lo utilizado en Trinidad y Tobago, y sólo del 32 % del correspondiente a la India. El uso de la hoja de sábila, de acuerdo a la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH, 1993), determina la densidad de siembra: con bajas densidades se obtienen plantas con hojas grandes y carnosas que se destinan a la obtención de gel fresco (filete), mientras que con altas densidades las hojas se procesan con cáscara y se obtiene el jugo de hoja entera o bien se extrae acíbar que se destina a la manufactura de fármacos. En México gran parte de la sábila se filetea o se extrae gel 1X por el alto rendimiento hoja a gel que se tiene, dadas las características de la materia prima. La naturaleza calcárea de los suelos influye en la síntesis de altos porcentajes de enzimas y polisacáridos deseables en el gel, según Industria Mexicana de Productos Vegetales S.A. de C. V. (Improve, 1996). Esta característica distintiva de la región de Jaumave, Tamps. le imprime mayor competitividad con relación a otros países en los que predominan suelos ácidos pobres en calcio.

La sábila es cultivada tanto en condiciones de riego como de secano. Como los requerimientos del agua son relativamente pequeños en relación con la concentración de agua en las hojas, el cultivo prospera bien en regiones semiáridas con fuentes de agua limitadas. En México, Trinidad y Tobago, y El Salvador, se reporta la práctica de estos dos sistemas de cultivo (riego y secano); mientras en la India sólo de secano.

En México (Tamaulipas) no se reportan actividades de control de plagas y enfermedades, mientras que en Trinidad y Tobago, y El Salvador, el exceso de humedad en el suelo propicia el desarrollo de enfermedades que ocasionan la pudrición de las raíces provocada por hongos de los

Cuadro 1. Tecnología empleada en el cultivo de sábila bajo riego, en los países considerados en el estudio en el año 2000.

Factor	México	T y T	El Salvador	India
Densidad (plantas ha ⁻¹)	12,000	23,611	28,571	37,575
Control de plagas	No requiere	Fungicidas	Fungicidas	n.d.
Fertilización	No requiere	Inorgánica	Inorgánica	n.d.
Cortes p/año	4	4	1	1
Producción (ton ha ⁻¹)	120 ^a	56.6	19.4	24.1

Fuente: Elaboración propia con datos de Álvarez (1998), Venegas (2001), INMEXA (2000), Macías (2000), NAMDEVCO, (2001) y Dirección General de Economía Agropecuaria (2001).

^a Bajo condiciones de demanda ilimitada se observa este rendimiento; sin embargo en un mercado oligopsónico como en Tamps. México, las estadísticas reportan valores entre 5.7 a 41.6 ton ha⁻¹ y una media de 24.3 ton ha⁻¹ entre 1995-99.

géneros *Pythium*, *Phytophthora* y *Fusarium*. La prevención exige acondicionar el terreno para tener buen drenaje interno y externo, y además controlar el pH de los suelos para que no sean demasiado ácidos, e inhibir el ataque de hongos o bacterias (NAMDEVCO, 2001; Dirección General de Economía Agropecuaria, 2001).

En México es práctica común no fertilizar las plantaciones y sólo cuando los suelos son muy pobres se aplica estiércol u otro sustituto de origen orgánico, ya que la industria norteamericana, principal demandante de la sábila certifica la calidad orgánica de sus productos. En Trinidad y Tobago, y El Salvador recomiendan aún la aplicación de las fórmulas 12:12; 17+2 y 16:20:00 al momento de la siembra respectivamente.

México es el país en el que se obtienen los reportes de producción más altos, alrededor de 120 ton ha⁻¹ en cuatro cortes al año, sobre todo en las plantaciones de las grandes empresas transnacionales; sin embargo, los valores medios reportados en 1998 para la principal región productora se ubican en alrededor de 24 ton ha⁻¹. En Trinidad y Tobago se obtiene aproximadamente la mitad de la producción que en México (56.6 ton ha⁻¹) en la misma cantidad de cortes. En el Salvador y en la India la cosecha es menos intensiva que en los dos países anteriores, con un corte anual y rendimientos de hoja equivalentes al 16.1 % y 20 % de los obtenidos en México.

Costos

Los costos de establecimiento representan la inversión necesaria para iniciar esta actividad económica. Las

experiencias en Tamaulipas, en la región de Jaumave, muestran que es posible iniciarse en este negocio a escalas pequeñas con superficies inferiores a una hectárea (Álvarez, 1998); esta opinión la comparten en otros países, tal es el caso de Argentina, en la región de Córdoba, donde se promueven programas de emprendedores (Martínez, 2001).

En el Cuadro 2 se muestran los costos de establecimiento por hectárea estimados para el cultivo de sábila en tres países. México es el que requiere la menor inversión (2, 133 dólares), que representan apenas 16.4 % y 18.2 % de la requerida en Trinidad y Tobago y El Salvador respectivamente.

La compra de hijuelos es el rubro de mayor peso en el costo de establecimiento. Este constituye en México casi el 75 % de los costos de establecimiento; en Trinidad y Tobago y en El Salvador estos representan el 88 % y el 98 %, respectivamente. El valor de la planta esta asociado a la disponibilidad de este material en el mercado y de la cercanía a áreas con tradición productora de este cultivo. Al respecto, es en México donde estos factores son más favorables. Por otra parte, es también en México donde la siembra de sábila requiere más mano de obra, pues esta se hace directamente sobre el terreno haciendo los cajetes en el surco; mientras que en los otros países se siembra sobre cama melonera la cual requiere de maquinaria y reduce el uso de jornales.

Un análisis comparativo de los costos de producción se presenta en el Cuadro 3. Los costos de producción son 2.7 veces más grandes en México por el elevado consumo

Cuadro 2. Costos de establecimiento por hectárea de sábila bajo riego por países y composición porcentual por concepto en el año 2000.

Concepto de costo	México ^a	%	T y T ^b	%	El Salvador ^c	%
Mano de Obra	247.2	11.6	47.8	0.4	273.4	2.3
Hijuelos ¹	584.5	74.3	11,472.0	88.4	11,428.4	97.7
Transporte	116.2	5.4	382.8	2.9	-	-
Maquila	185.2	8.7	1,082.0	8.3	-	-
Total ^d	2,133.1	100.0	12,984.6	100.0	11,701.8	100.0

Fuente: Álvarez (1998), Venegas (2001), (INMEXA). (2000), Macías (2000), NAMDEVCO (2001), Dirección General de Economía Agropecuaria (2001)

T y T = Trinidad y Tobago

a = Los costos para México se estimaron con indicadores productivos de Álvarez (1998), cotejados con los aportados por Venegas (2001), (INMEXA). (2000) y Macías (2000). Las cifras se trasladaron a dólares estadounidenses a la tasa de cambio vigente en ese año (9.467 pesos mexicanos por dólar estadounidense).

b = Los datos generados por NAMDEVCO (2001), se resumieron en los rubros incluidos para la comparación y se transformaron a dólares estadounidenses al tipo de cambio promedio de 6.27 dólares de Trinidad y Tobago por dólar EUA.

c = Datos oficiales de la Dirección General de Economía Agropecuaria (2001), expresados en dólares EUA al tipo de cambio de 8.79 colones salvadoreños por dólar estadounidense.

d = Otros costos directos como renta de la tierra, agua de riego, gastos administrativos y financieros no están disponibles, o no se incluyeron en el cálculo.

de mano de obra en las actividades de cultivo y cosecha, dados los mayores volúmenes de producción y frecuencia de los cortes. En México se reporta el empleo de 138 jornales ha⁻¹ por año, mientras que el de El Salvador es de 52 y en Trinidad y Tobago de 37. La mano de obra es el factor más importante en la producción de sábila tanto en México como en Trinidad y Tobago, donde constituye el 88.3 % y 58.7 % de los costos respectivamente; en el Salvador es el segundo factor importante, sólo después de los fertilizantes.

Bajo el supuesto de que los costos directos presentados

Precios de Insumos y Productos

En el Cuadro 4 se presentan los precios de mercado de los insumos más importantes en la producción de sábila y el precio de venta de la hoja, vigentes en los tres países en el año 2000.

El análisis comparativo de los precios que se incluyen en el cuadro muestra la ventaja de México en un insumo clave como lo es la planta de sábila. Este valor es el 33 % y el 40 % de los prevalecientes en Trinidad y Tobago y El Salvador, respectivamente. Otro de los factores que aportan ventaja es la aplicación de fertilizante, el cual en

Cuadro 3. Costos directos de producción por hectárea de sábila de riego por países y composición porcentual

Concepto de costo	México	%	T y T	%	El Salvador	%
Mano de Obra	1,197.8	88.3	295.0	58.7	206.0	41.1
Maquila	158.0	11.7	117.0	35.4	-	-
Fertilizantes	-	-	28.4	28.4	258.9	51.7
Pesticidas	-	-	-	-	36.1	7.2
Total ^a	1,355.8	100.0	500.4	100.0	501.0	100.0

Fuente: Álvarez (1998), Venegas (2001), (INMEXA). (2000), Macías (2000), NAMDEVCO (2001), Dirección General de Economía Agropecuaria (2001).

T y T = Trinidad y Tobago

^aOtros costos directos como renta de la tierra, agua de riego, gastos administrativos y financieros no están disponibles, o no se incluyeron en el cálculo. Las fuentes de información corresponden a las mismas del cuadro anterior.

en el Cuadro 3 son aproximadamente iguales a los costos variables, y dividiendo estos entre los volúmenes de producción indicados en el Cuadro 1, se obtienen los costos variables unitarios para la producción de hoja de sábila.

El resultado indica que el costo variable unitario más bajo es para El Salvador con 8.84 dólares ton⁻¹. México tiene competitividad ligeramente inferior a aquel con 11.30 dólares ton⁻¹ y Trinidad y Tobago no representa una amenaza para México, pues produce cada tonelada a 25.82 dólares, a más del doble del costo.

México tiene costo cero al no aplicarse y la consideración del mismo en los otros dos países como parte de la estructura del costo de producción. La diferencia en este criterio es seguramente propiciada porque en México se tiene mayor experiencia y capacidad de asimilación de la información tecnológica, y esto incrementa la producción acumulada (curva de aprendizaje).

El precio de la mano de obra es más bajo en El Salvador. El precio del jornal pagado en México equivale a 1.58 veces el pagado en El Salvador y a 1.25 veces el de Trinidad y Tobago.

Cuadro 4. Precios unitarios en dólares de insumos y productos del sistema sábila bajo riego por país en el año 2000

Concepto	México	T y T	El Salvador
Mano de obra (jornal)	6.33	7.97	4.00
Renta de la tierra (ha)	253.50	n.d.	163.00
Planta (hijuelo)	0.16	0.48	0.40 ^a
Fertilizantes (kg)	No Aplica	0.28	0.44
Administración (honorarios ha ⁻¹)	86.6	n.d.	31.0
Hoja de Sábila (kg)	0.0657	0.2632	0.4378

Fuente: Elaboración propia con datos de Álvarez (1998), Venegas (2001), INMEXA (2000), Macías (2000), NAMDEVCO (2001) y Dirección General de Economía Agropecuaria (2001).

T y T = Trinidad y Tobago

^a = Al no existir este insumo en el mercado local se comprará a cotización internacional precio F.O.B. Venezuela (Venaloe, 2001).

La renta de la tierra y el pago a la administración del negocio tienen en México precios más altos que en los otros países de la comparación. En El Salvador se paga el equivalente al 64.2 % y el 35.7 % del costo en México por renta de una hectárea de tierra cultivable de calidad media, y por honorarios a un profesional administrador respectivamente. La mayor calidad y capacitación profesional que exige un cultivo no tradicional como la sábila, y el mayor costo de oportunidad de este tipo de profesional en un mercado laboral más desarrollado, quizá expliquen estos valores más altos para México. De igual manera, la existencia de más opciones de inversión en la agricultura mexicana, en relación con la centroamericana, genera una mayor demanda por el recurso tierra, y adquiere un mayor pago, porque hay actividades económicas más rentables que absorben los recursos; aunque la razón más clara se justifica por la mayor productividad del cultivo.

El precio de la hoja de sábila pagado en el mercado es más bajo para México. La mayor competitividad de México es evidente, los demandantes, en esos países, pagan de 4 a 6.7 veces más por la materia prima de lo que se paga normalmente en México.

Rentabilidad

Una de las medidas de la rentabilidad de un negocio son las ganancias. La ganancia (Å) se define como el excedente del ingreso total (IT) sobre los costos totales (CT). Para la estimación de las ganancias que genera la sábila como alternativa de inversión se utilizan los datos de IT y CT generados en los Cuadros 1 a 4 y 3 respectivamente. Cabe recordar que los valores estimados de ganancia en el Cuadro 5 son de carácter indicativo al estar ligeramente subestimados los costos directos del cultivo.

La ganancia de mayor magnitud se obtiene en Trinidad y Tobago; le siguen en importancia El Salvador y México

y, finalmente, la India. En un escenario conservador México se ubicaría en la última posición con una ganancia de 659 dólares.

El análisis de la rentabilidad del cultivo de sábila en los países bajo análisis considerando el tamaño de la inversión y los flujos netos de efectivo que genera durante su vida útil se presenta en el Cuadro 6.

Cuadro 6. México y países competidores: Ingresos, egresos y flujo de efectivo para el cultivo de sábila bajo riego en el año 2000

País/Concepto (Dólares)	Inversión¹ (Año 1)	Operación² (Años 2-6)
México (Típico)		
Ingresos	0	7,884
Egresos	2,133	1,356
Flujo de efectivo	-2,133	6,528
El Salvador		
Ingresos	0	8,486
Egresos	11,720	501
Flujo de efectivo	-11,720	7,985
Trinidad y Tobago		
Ingresos	0	14,897
Egresos	12,985	500
Flujo de efectivo	-12,985	14,397
India		
Ingresos	0	5,037
Egresos	1,500	3,951
Flujo de efectivo	-1,500	1,086

Fuente: Elaboración propia

1 = La inversión considerada incluye los costos de establecimiento

2 = Los costos de producción para fines comparativos incluyen mano de obra, insumos, labores de maquinaria (maquila) y transporte de la cosecha. Otros costos directos como renta de la tierra, agua de riego, gastos administrativos y financieros por no estar disponibles para todos los países se supone que tienen el mismo valor en todos ellos.

Cuadro 5. México y países competidores: utilidad bruta del cultivo de sábila de riego, 2000

Concepto	México T	México C	T y T	El Salvador	India
Costo de Producción ^a (ha)	1,356	918	500	501	3,951
Rendimiento (ton ha ⁻¹)	120	24	56.6	19.4	24.1
Precio de la hoja (dólar kg ¹)	0.0657	0.0657	0.2632	0.4378	0.2090
Ingresos por Venta (dólar ha ¹)	7,884	1,577	14,897	8,486	5,037
Utilidad Bruta, (dólar ha ¹)	6 528	659	14,397	7,985	1,086

Fuente: Elaboración propia con datos de Álvarez (1998), Venegas (2001), INMEXA, (2000), Macías (2000), NAMDEVCO, (2001), Dirección General de Economía Agropecuaria, DGEA, (2001) e India Agronet (2001).

T= valor típico o promedio, C= valor conservador, T y T = Trinidad y Tobago

a = Los costos de producción están subestimados por haber integrado los mismos elementos del costo (disponibles) en cada país y hacerlos comparables entre ellos. Los elementos no incluidos en los costos directos como renta de la tierra, agua de riego, gastos administrativos y financieros, algunos de ellos implícitos e indirectos son mínimos y no afectan el resultado del análisis.

La inversión para este caso la constituye el costo de establecimiento de una hectárea de cultivo, de acuerdo a la tecnología de cada país, la cual como se vio en párrafos anteriores difiere en prácticas agronómicas, tipo y cantidades de insumos y factores de producción utilizados y condiciones ambientales en las que se desarrolla. El horizonte del proyecto se establece en función de la vida media útil de una plantación de sábila de la especie indicada (*Aloe barbadensis* Miller), la cual es de 5 años. El primer año se destina a la inversión y se supone que el valor de rescate es cero.

El flujo neto de efectivo para cada año se obtiene como un remanente entre los ingresos por venta de hoja a valor de mercado y los costos de producción efectuados cada año a lo largo del período de análisis.

La rentabilidad de la inversión se estima en función de la TIR, la cual indica el interés máximo que podría pagar el proyecto por los recursos utilizados si se desea que el proyecto recupere su inversión y los costos de operación.

Los resultados obtenidos indican en el Cuadro 7. En todos los países la rentabilidad del cultivo se ubicó en tasas superiores al 60 %. México es el país donde la actividad es más rentable con TIR de 306 % (si los ingresos por ventas se redujeran a la mitad la TIR baja a 119 %;), le siguen en orden decreciente de rentabilidad Trinidad y Tobago con 108 %, la India con 67 % y por último El Salvador con 62 %.

en importancia El Salvador con 18 557 dólares y finalmente la India con 2 617 dólares. Por otra parte la inversión en México bajo un escenario conservador generaría un VAN de 365 dólares.

Conclusiones

La comparación de las condiciones técnicas de producción de hoja de sábila es más favorable para México respecto a los otros países competidores. Factores como la naturaleza de los suelos calcáreos y las condiciones secas del clima, combinados con las fuentes apropiadas de agua repercuten en la obtención de mayor cantidad y calidad de gel. Lo anterior aunado a la relativa mayor experiencia, conocimiento y soporte técnico fortalecen la posición competitiva de México en la producción de sábila.

Los menores costos de inversión requeridos para establecer una hectárea de sábila de riego en México en comparación a otros países, se sustentan principalmente en el menor costo de la planta dado por la mayor abundancia de este recurso. En cambio los costos de producción son relativamente más grandes en México por la mayor intensidad de la producción que demanda un elevado consumo de mano de obra y otros factores de menor peso en las actividades de cultivo y cosecha.

El cultivo de sábila es rentable en todos los países considerados en el análisis. Cultivar sábila en México resulta más rentable que hacerlo en países competidores,

Cuadro 7. México y países competidores: Indicadores de rentabilidad para el cultivo de sábila bajo riego, 2000.

Indicador	México T	México C	T y T	El Salvador	India
TIR (%)	306	16	108	62	67
VAN (10 %)	22,613	365	41,591	18,557	2,617

Fuente: Elaboración propia

T y T = Trinidad y Tobago

T= valor típico o promedio, C= valor conservador

En escenario conservador (que representa un año atípico) para México con rendimientos en producción de 24 ton ha⁻¹ (que equivalen al 20 % de los rendimientos máximos reportados), la TIR se ubica en 16 %, la más baja de todos los países, pero aún es una actividad rentable, aunque cerca del punto de rechazo.

El Valor Actual Neto del flujo de ingresos y egresos generados por el proyecto durante los cinco años (considerando un costo oportunidad del capital del 10 %), da un ordenamiento ligeramente diferente al aportado por la TIR. Trinidad y Tobago ocupa el primer lugar al generar utilidades actualizadas por un valor de 41 591 dólares; México esta en segundo lugar con 22 613 dólares; le siguen

aun bajo escenarios críticos. La entrada al mercado de nuevos competidores representara dificultades sobre todo en la penetración del mercado estadounidense, en donde México cuenta con la ventaja natural de la ubicación a sólo 300 km de su principal zona productora de gel con respecto al principal centro procesador del mismo en el corredor Misión-Harlingen en Texas.

Literatura Citada

Álvarez, M.G. 1987. Estudio de viabilidad técnica y financiera del cultivo de sábila (A. Vera L.). en la zona centro de Tamaulipas. Tesis de Maestría. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad

- Autónoma de Tamaulipas. Cd. Victoria, Tamps. México.
- Álvarez, M.G. 1998. Encuesta de costos e ingresos de producción de sábila en Jaumave, Tam. México Documento de trabajo.
- ASERCA. 2002. La sábila una planta milenaria de la salud. Claridades Agropecuarias. 106(jun): 22-37.
- Dirección General de Economía Agropecuaria. 2001. El cultivo de sábila. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Gobierno de El Salvador). <http://www.agronegocios.gov.sv/Medios/Otr25abText.htm> (16 de mayo 2001).
- Gittinger, J.P. 1982. Análisis económico de proyectos agrícolas. Instituto de Desarrollo Económico del Banco Mundial. Editorial Tecnos. Segunda edición. Madrid, España.
- IASC (International Aloe Science Council). 2004a. How large is the aloe market? Inc News. Irving, Texas, USA. <http://www.iasc.org/aloemarket.html> (24 de abril 2004).
- IASC (International Aloe Science Council). 2004b. The complete story of aloe vera. Irving, Texas, USA. <http://www.iasc.org/aloe.html>. (24 de abril 2004).
- India Agronet. 2001. Medicinal Plants. Aloe vera. [http://161.58.78.178/indiaagronet/Medicinal_plants/Aloe vera.htm](http://161.58.78.178/indiaagronet/Medicinal_plants/Aloe_vera.htm) (16 de mayo 2001) .
- Industria Mexicana de Productos Vegetales S.A. de C.V. 1996. Plan de proyecciones a 5 años. Documento de trabajo. Agosto, 07. Jaumave, Tamps. México.
- Industrializadora Mexicana de Sábila, S.A. de C.V., 2000. Costo unitario del cultivo de sábila ciclo 2000. Documento de trabajo. Izúcar de Matamoros, Pue. México. 1p.
- López, M.N. 1994. Estudio de factibilidad para el establecimiento de una planta procesadora de sábila (*Aloe vera* L.) en el estado de Yucatán, México. Seminario de Titulación. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Edomex, México.
- Macías, D. J. 2000. Sábila. Fundación para el Desarrollo Integral del Sur de Zacatecas, A.C. Zac. México. 19 p. <http://www.sinfronteras.org.mx/remesas/julianmacias.doc>. (10 julio 2000).
- Martínez, P. 2001. Un laboratorio procesará gel de aloe vera en Marcos Juárez. Periódico La Voz del Interior online. Córdoba, Argentina. http://www.intervoz.com.ar/2001/0407/nota25609_1.htm. (7 de abril 2001).
- Molina, P.M. y Torres, C.R. 1993. Estudio de factibilidad técnico-económica para el establecimiento de una planta extractora y concentradora de gel de sábila (*Aloe barbadensis* Miller) en Maxcanú, Yucatán. Tesis profesional. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Edo. Méx. México.
- NAMDEVCO (The National Agricultural Marketing and Development Corporation). 2001. Aloe vera. S.S. Erin Road (Ed.). Debe, Trinidad and Tobago, W.I. <http://www.namvdevco.com/costpronew.htm>. (22 de junio 2001).
- SARH (Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos). 1993. Paquete tecnológico para la producción de sábila de riego en la zona sur de Tamaulipas. Jefatura de Distrito S.A.R.H. Mimeo. Diciembre de 1993. Tampico, Tamps. México. 2p.
- Venegas, B. A. (2001). El cultivo de la sábila (*Aloe barbadensis* Miller). Una alternativa de desarrollo en la Región Mixteca del estado de Puebla. SAGARPA. Distrito de Desarrollo Rural No. 06. Izúcar de Matamoros, Pue. México. 20 p.
- Vivas, E. 1996. Prácticas de cultivo de la sábila *Aloe barbadensis* Miller y algunos factores edafológicos que podrían influir sobre la calidad del gel. Tesis profesional. Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas Universidad Autónoma Chapingo. Bermejillo, Dgo. México.

Características de la Industria de la Sábila en el Valle del Río Grande de Texas

Gumerindo Álvarez Moreno* y Jaime A. Matus Gardea

Departamento de Administración Agropecuaria, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. *Autor responsable, e-mail: gumalvmor@yahoo.com.mx

Recibido: Septiembre, 2005. Aceptado: Septiembre de 2006.

Abstract. *Features of the Aloe vera industry in the Rio Grande Valley of Texas.* In 1960 the Rio Grande Valley Region in Texas (RGVT) was considered the leading agricultural area in the United States and the world in the production and transformation of Aloe Vera leaf. Although at the present time this region is not important in aloe production, manufacturing and processors companies located in this region are still considered world-wide leaders in the aloe industry. The objective of the study was to describe and to analyze the main economic and administrative characteristics that typify the aloe Vera industry. From documentary information, interviews and observation, seven primary production companies were characterized. All seven companies are vertically organized in raw materials production of aloe and other phases of the value chain to their organizational structure, using the functional and operational approach. The main relations between variables were identified by correlational analysis. The results indicate a significant association between the variables: number of products/integration level, number of products/installed capacity, integration level/number of employees, and installed capacity/number of employees. However there is no evidence of a causal relation between antiquity in the industry and development level achieved.

Key words: Correlational analysis, classification, integration, processing, companies.

Resumen. La región del Valle del Río Grande en Texas (RGVT por sus siglas en inglés), fue la primera área agrícola en los Estados Unidos y en el mundo en la producción y transformación de hoja de sábila desde 1960. Aunque en la actualidad ha perdido importancia en la producción primaria de sábila, las empresas procesadoras y manufactureras enclavadas en esta región aún mantienen el liderazgo mundial en la industria del aloe. El objetivo de este estudio fue describir y analizar las principales características económicas y administrativas que tipifican a esta industria. A partir de información documental, entrevistas y observación, se analizaron siete empresas de producción primaria localizadas en el área de estudio que integran la producción de materias primas de sábila y otras fases de la cadena de valor a su estructura organizativa, usando el enfoque funcional y operacional. Las relaciones relevantes entre variables se identificaron mediante análisis correlacional. Los resultados indican que existe una asociación significativa entre las variables: número de productos/nivel de integración, número de productos/capacidad instalada, nivel de integración/número de empleados, y capacidad instalada/número de empleados. Sin embargo no existe evidencia de una relación causal entre la antigüedad en la industria y nivel de desarrollo alcanzado por las mismas.

Palabras clave: Análisis correlacional, tipificación, integración, procesamiento, compañías.

Introducción

La sábila, cuyo nombre científico es *Aloe barbadensis* Miller, es la materia prima básica para un gran número de industrias de penetración mundial. Alrededor de esta planta se ha construido una cadena productiva que comienza con

la producción de hoja de sábila y termina con la distribución a nivel minorista de los productos finales. En la cadena se integran diversas empresas que se dedican a la producción de hoja de sábila; procesadoras, cuyo objetivo principal es la estabilización de gel y extracto; manufactureras, que transforman estos derivados en diversos productos de

consumo final; y finalmente compañías comercializadoras, a nivel mayorista y detallista.

En un estudio de la demanda de sábila en el mundo el Banco de Comercio Exterior de Venezuela menciona la predominancia de las industrias de los Estados Unidos en el procesamiento y manufactura de productos, que representan el 64 % de las empresas del segmento (Bancoex, 2000). Del total de las empresas dedicadas al procesamiento de productos de sábila, que se incluyeron en el estudio, la mayoría de ellas se centran en la manufactura de cosméticos (46 %), en el ramo alimentario (22 %); cuidado personal (17 %), industria farmacéutica (2 %), fabricación de pañales (2 %), y comercialización de materias primas (11 %).

De acuerdo a Brezovsky (2002), el 95 % de la sábila se produce en los Estados Unidos y se obtiene de la región denominada Valle del Río Grande en Texas (RGVT por sus siglas en inglés). En esta región el cultivo y procesamiento de la sábila se expandió a inicios de los 60as, no obstante que el establecimiento comercial del cultivo comenzó en Homestead, Florida desde 1920 (Morton, 1961).

Dado que al RGVT se le considera la “Meca de la sábila en el Mundo” (Aloecorp, 1998) y por concentrar la mayor participación en superficie establecida y número de establecimientos dedicados a la manufactura y distribución de productos a base de sábila en los Estados Unidos, este estudio se enfoca a la caracterización de la industria de la sábila en esa región.

La falta de información y estudios referentes a la estructura y funcionamiento de la industria de la sábila en Estados Unidos, considerado el primer productor y consumidor de sábila y sus derivados a nivel mundial, motivaron la realización de este estudio, que tiene como objetivo caracterizar a los oferentes de hoja de sábila en la principal región productora de los Estados Unidos.

Materiales y Métodos

Considerando los antecedentes mencionados por las fuentes secundarias (Young, 1990; Sauls, 1983; Alvarez, M. G. 1987; CONSETEX, 1992), se determinó que el área de exploración para localizar y caracterizar a elementos de la industria de la sábila se ubica en el Valle del Bajo Río Grande en Texas. Esta región esta compuesta por cuatro condados: Willacy, Cameron, Starr e Hidalgo, ubicados en el extremo sur central de los Estados Unidos, que juntos conforman una comunidad, considerada como una región económica claramente diferenciada del resto del estado de Texas, y comúnmente se le refiere como “El Valle” (Morales - Sallmann, 2000).

Este estudio comprende tres de los cuatro condados del RGVT: Willacy, Cameron e Hidalgo. Esta área se ubica sobre el corredor Brownsville, Harlingen, Mc Allen y Mission, orientado de este a oeste con los puntos de referencia formados por los caminos rurales (Farm Road): North Inspiration al oeste en Mission; 1847 al oeste en Los Fresnos; 2812 al norte en Monte Alto y la carretera 281 al sur, que corre paralela al Río Bravo, frontera de Texas con Tamaulipas, México. Esta superficie se ubica dentro del perímetro de un rectángulo imaginario de 64 km de largo por 32 km de ancho.

La revisión y consulta de las fuentes oficiales de información fue el primer paso a seguir para identificar el número, características y localización de los productores primarios y compañías dedicadas a la manufactura de productos de sábila en el RGVT. Estas fuentes fueron la Oficina Regional del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, el Banco de Datos de la Universidad Panamericana en Edinburg, Texas, el Censo Agrícola de los Estados Unidos para los condados de Hidalgo, Cameron y Willacy (2002) y referencias y estadísticas de empresas privadas reportadas en Internet.

En la localización de las empresas y su clasificación se utilizó información proveniente de las páginas de Internet como el *Harlingen Manufactory Directory*, los clasificados del *Yahoo Yellow Pages*, los presentados por las compañías para su promoción y venta de productos; datos aportados por el *International Aloe Science Council* que indican el tipo de certificaciones emitidas a favor de una empresa en particular; catálogos, directorios y fuentes bibliográficas o estudios relacionados con el tema.

Además de la consulta a estas fuentes secundarias, se realizó investigación directa que consistió en entrevistas personales dirigidas a los directivos de dos de las empresas procesadoras líderes y recorridos de evaluación de superficie, infraestructura, capacidad de manufactura y plantaciones de las compañías establecidas en el RGVT.

De las diez empresas localizadas en el área de estudio ligadas a la cadena productiva de la sábila, se seleccionaron siete para integrar la muestra de estudio por disponer de la información completa para su caracterización. La tipificación de los actores del sistema-producto sábila (empresas procesadoras) se realizó considerando el análisis funcional y operacional de los actores involucrados, y la relación e importancia de las variables según los valores del Coeficiente de Correlación de Pearson (r) y su prueba de significancia.

Resultados y Discusión

Características

La característica principal de este grupo de empresas

es que todas ellas producen su materia prima (hoja de sábila) en sus propios predios o bien en tierras arrendadas que se ubican en el RGVT. En la región se ubican las principales empresas procesadoras de los Estados Unidos: Aloe Corporation, Inc. y sus plantaciones Hilltop Gardens, Inc., en Harlingen y La Villa respectivamente; Aloe Vera of America-Mission, Inc., en Mission; Aloe Laboratories, Inc., CRH International, Inc., y Aloe Health Fitness, Inc., todos en Harlingen; Valley Aloe Vera, Inc., en Weslaco y Southern Fields Aloe, Inc., en Mercedes. También en la zona se ubican las compañías mayoristas de cosméticos como D'oro Cosmetics, en Pharr; Concentrated Aloe Corp. y Aloe Farms, Inc., ambos en Harlingen.

Las empresas están integradas de manera vertical: producen hoja de sábila (P), obtienen gel o jugo 1X (M1), concentran el gel (M2), manufacturan productos finales (M3), distribuyen y son mayoristas de sus productos (D2) y los venden al consumidor (D1).

El desarrollo de las organizaciones combina modelos de integración vertical (V) y horizontal (H). El Cuadro 1 muestra que más de la mitad de las empresas (57.2 %) está integradas de forma vertical, desde la producción de hoja (P) hasta la venta de concentrados a la industria de manufactura de productos finales o la venta de productos finales a distribuidores mayoristas o incluso la venta al consumidor final. El resto consisten de un grupo formado por las empresas más pequeñas, con el 42.8 % del total de empresas realizan actividades de producción de gel y jugo sin concentrar a partir de la hoja de sábila.

La producción de hoja de sábila, la materia prima básica de esta industria, tiene un valor estratégico esencial. La

sábila en el mundo: En 1983 aportaba el 80 % de la superficie cultivada en el mundo con 619 ha (Young, 1990); en 1997, bajó al 20 % con 1 280 ha; y en el 2002, ocupó un lugar secundario ente la lista de países productores con el 3 % del total, apenas 800 ha (Brezosky, 2002). En este periodo la estructura de mercado de compra-venta de hoja de sábila presenta una condición de oligopsonio en la que la compañía Forever Living Products, Inc. (Aloe Vera of America-Mission, Inc.) controla cerca de el 92.4 % de las plantaciones. El resto de las empresas locales tiene menos del 2 % del total de la superficie regional.

La reducción de la superficie sembrada de sábila se ha dado a una tasa de -3.6 % anual entre 1983-2002, limitándose hoy al 49.4 % de la que existía en la época de mayor auge (1983). En el decrecimiento de la superficie de sábila cultivada en el RGVT han influido actores como la sobreoferta (Sauls, 1983; Alvarez, 1987), las heladas recurrentes (CONSETEX, 1992; SAGAR, 1995) y la investigación y desarrollo de nuevas técnicas de procesamiento (Aloecorp, 1991). No obstante la reducción notable en la superficie cultivada de sábila en la región contribuye con el 97.4 % de la superficie productiva en los Estados Unidos y el resto se ubica en los estados de Florida, California y Oklahoma.

El sureste de los Estados Unidos ha perdido importancia mundial en la producción de materias primas, sin embargo se mantiene el predominio de las empresas enclavadas en esa región en el mercado mundial de materias primas y productos manufacturados a base de sábila la integración de otros países en la cadena de valor. Por medio de la innovación tecnológica como la liofilización, la composición

Cuadro 1. Niveles de integración de procesadoras de sábila en el Valle del Río Grande en Texas

Vertical-Niveles	%	Horizontal.-Niveles	%
A: P-M1-M2-M3-D2-D1	28.6	Sin Integración	71.4
B: P-M1-M2-M3-D1	28.6	H1	14.3
C: P-M1-D2-D1	14.3	H1, O1, O2	14.3
D: P-M1-D2	14.3	-	-
E: M1-D2	14.3	-	-

Fuente: Elaboración propia

estrategia de autoabasto desde el punto de vista de estas empresas confiere ventajas competitivas sobre los costos de producción, el control sanitario, la calidad del producto y la disponibilidad de materias primas para atender con oportunidad las demandas del mercado.

El análisis de la participación porcentual de la región en superficie cultivada mundial, muestra que de 1983 al año 2002, ésta pierde importancia como área de abastecimiento de materias primas para la industria de la

química del gel permanece inalterada y se reducen de manera significativa los costos de embarque y almacenamiento. Un kg de polvo de sábila llega a reducir su volumen original en 200 veces (200X), lo cual permite que, una vez hidratado, se obtengan 200 kg de gel fresco (1X). Dada la proporcionalidad de las tarifas de transporte y almacenamiento con el volumen y peso, se genera una reducción similar en los costos de distribución de las materias primas, lo cual permite el abasto de regiones

alejadas como el Sureste Asiático, el Caribe y Oceanía a precios muy competitivos. Los principales países receptores de esta parte del proceso son México (en los estados de Tamaulipas y Yucatán), Costa Rica, Venezuela, República Dominicana, Australia, China y Sudáfrica entre otros. La empresa Aloecorp, fue la primera compañía en establecer plantaciones fuera de los Estados Unidos, en 1988 con 320 ha en González, Tamaulipas, extendiéndose en la actualidad a 486 ha. Luego en 1993 la empresa Forever Living Products, Inc., realizó operaciones de siembra y desarrollo de plantaciones de sábila en República Dominicana y México cubriendo una superficie de 1 244 ha. En 1997 la empresa CRH International, Inc. se estableció en Padilla, Tamaulipas con aproximadamente 150 ha.

La integración horizontal es un nivel de desarrollo organizacional alcanzado por pocas empresas. Tan sólo dos de ellas, el 28.6 % presenta este tipo de crecimiento; sólo una (Forever Living Products Inc), está integrada de forma total dentro de la misma actividad (H1) y se ha diversificado a otras actividades como centros vacacionales (O1) y la construcción de lanchas y casas flotantes (O2). La otra empresa es Aloecorp, quien se ha integrado con la manufactura de fármacos y centros de investigación y desarrollo de productos a base de sábila (H1).

Las empresas procesadoras según se muestra en el Cuadro 2, además de producir materias primas (Mp)(gel 1X y concentrados) manufacturan bebidas (B), cosméticos (C) y productos para el cuidado personal. La mayor parte de las procesadoras se clasifican como empresas medianas (85.7 %), ocupan más de 20 empleados y sólo el 28.7 % de ellas tienen más de 45 empleados (sin incluir empleados de producción primaria o agrícola).

En cuanto a infraestructura de plantas de procesamiento de gel y concentrados (M1 y M2), de la capacidad instalada total el 59.7 % pertenece a Aloecorp, el 13.6 % a Forever

Living Products, Inc. (Aloe of America-Mission) y el 26.7 % restante se reparte entre cinco compañías. Esto manifiesta una concentración de los activos fijos en una compañía.

La investigación tecnológica y el desarrollo de nuevos productos es uno de los recursos que emplean las compañías más desarrolladas para ampliar y mantener sus mercados y la presencia y aceptación de sus productos. La tecnología esta compuesta por las patentes (PA) propiedad de la empresa, los procesos (PR), generados, y la experiencia (E) de sus directivos en la rama industrial. El soporte tecnológico de Forever Living Products, Inc. se fundamenta en parte en la capacidad de generar o comprar técnicas patentadas en los procesos de estabilización de gel (tres patentes). Por otra parte Aloecorp, ha registrado tres patentes en Estados Unidos sobre procesos de liofilización de gel, proceso de producción agrícola de hoja de sábila, perfeccionamiento de equipo y maquinaria de extracción de gel, lo cual le ha permitido obtener el liderazgo en la producción de materias primas de sábila desplazando a Terry Corporation, Inc. (una compañía de Florida, pionera en el procesamiento de gel). Las demás empresas de la zona como Aloe Laboratories, Inc., CRH International, Inc., y Valley Aloe Vera, Inc. han generado fórmulas para productos de belleza, cosméticos y de baño, protegidos por marcas registradas.

A fines del año 2002, todas las empresas tienen 10 o más años de permanencia en la actividad. La empresa más antigua es Aloe Laboratories, Inc. fue fundada en 1953 hace 52 años; le siguen en antigüedad Valley Aloe Vera, Inc. con 26 años (1976); Forever Living Products, Inc. (Aloe Vera of America-Mission), Inc. con 24 años (1978); y Aloe Health Fitness, Inc. con 18 años (1984). El resto de las compañías (42.86 %) tiene menos de 15 años de haberse iniciado en este negocio.

Cuadro 2. Características de las principales empresas procesadoras de materias primas y productos finales de sábila en el Valle del Río Grande en Texas, en el año 2002

Empresa	X1 ¹	X2	X3 ²	X4	X5	X6 ³	X7
ALC	Mp	13	V (A), H	5 295	190	3 PA, 1 PR	14
SFA	Mp	3	V(D)	418	20		10
AHF	Mp	2			10		18
FLP	Mp , C, B	42	V(B), H	1 208	150	3 PA, 1PR	24
AL	Mp , C, B	6	V(B)	594	30		52
CRH	Mp , C, B	17	V(A)	557	25	E	12
VAV	Mp, B	3	V(C)	418	20		26

Fuente: Elaboración propia.

Las variables corresponden a las características: X1= Líneas de productos, X2 = Número de productos, X3= Integración, X4= Capacidad instalada, X5= Número de empleados; X6= Tecnología, X7= Antigüedad de la empresa

En la comercialización de sus productos, las empresas utilizan sistemas diferentes para llegar a los mercados y adoptan diversas estrategias de distribución. Aloecorp, Aloe Laboratories, Inc. y CRH Internacional. Inc. (42.86 %) utilizan distribuidores mayoristas exclusivos de derivados de sábila en los países de destino. La distribución y venta de productos finales la realizan desde la oficina matriz atendiendo a los pedidos de mayoristas o tiendas de autoservicio y el servicio de distribución al menudeo con valor mínimo se realiza sólo en los EE.UU. A partir de 1997, todas las compañías utilizan el sistema de ventas electrónicas vía Internet y dan a conocer la empresa y los productos y servicios que ofrece al cliente.

Un sistema de distribución muy utilizado por empresas grandes y medianas en la industria de la sábila, es el conocido como sistema de multiniveles, que se basa en la construcción de una pirámide de vendedores independientes, cuya motivación para pertenecer a la cadena de distribución es recibir estímulos económicos en efectivo y especie al promocionar y vender productos de casa en casa. Los estímulos consisten en bonificaciones por descuentos por volumen, liderazgo y descuentos adicionales cuando se han reclutado y promovido al menos a nueve gerentes de primera generación en activo. Además de estas comisiones que se reciben y se cargan a las ventas, la compañía entrega premios a los mejores distribuidores (FLP, 1983). Las compañías que operan este sistema de mercadeo no venden el producto a través de tiendas de autoservicio, y la promoción de los productos la hacen los representantes utilizando folletos y demostraciones FLP (S/F). Forever Living Products International emplea exitosamente este sistema de distribución. Otros sistemas de distribución mayorista se orientan a negocios de especialidad como las barberías, salones de belleza, tiendas de salud y restaurantes.

Análisis correlacional

El análisis de las características de las procesadoras mediante la estimación del Coeficiente de Correlación de Pearson, muestra el grado de asociación entre las variables estudiadas. Las relaciones que se derivan de la comparación se muestran en el Cuadro 3.

Las empresas que integran mayores actividades bajo su control generalmente son aquellas que ofrecen un mayor número de productos al mercado ($r_{x_3 \times x_2} = 0.7548^*$), de la misma manera manejan varias líneas de productos ($r_{x_1 \times x_3} = 0.5095$) que incluyen bebidas, productos de cuidado personal y cosméticos. La estrategia de diversificación que va inmersa en la cobertura de mercados de mayor dimensión, con productos que cubren necesidades de más amplio espectro, se sustenta en procesos de producción y manufactura que requieren una gran capacidad instalada, como lo muestra la alta correlación entre esta variable y el número de productos que una empresa ofrece ($r_{x_4 \times x_2} = 0.8011^*$), y la demanda por una escala mayor se incrementa con el grado de integración de la industria al formar conglomerados y/o corporativos a lo largo de una misma cadena de valor ($r_{x_3 \times x_4} = 0.6132$).

Los recursos humanos son un factor de producción que se relaciona positivamente con la capacidad instalada de las empresas, el nivel de integración y el número de productos elaborados. En las dos primeras variables se presenta el coeficiente de correlación más elevado para el caso ($r_{x_4 \times x_5} = 0.8535^*$), mientras que para las otras dos, muestra niveles aceptables de asociación superiores a 0.60. Aquí se manifiesta la relación funcional de producción entre mano de obra, capital y tamaño de la empresa.

La capacidad de la empresa para generar tecnología propia permite a las empresas establecer barreras de entrada que limita o dificulta la imitación de productos y

Cuadro 3. Matriz de correlación de características de las procesadoras en el Valle del Río Grande en Texas, en el año 2000.

Variables	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇
X ₁	1						
X ₂	-0.0254	1					
X ₃	0.5095	0.7548*	1				
X ₄	-0.2595	0.8011*	0.6132*/	1			
X ₅	0.0681	0.6217*/	0.7851*	0.8535*	1		
X ₆	-0.5199	-0.1097	-0.2505	0.0769	0.0154	1	
X ₇	0.3217	-0.1186	0.0315	-0.0512	-0.1315	-0.1966	1

Fuente: Elaboración propia

* Valores significativos a un nivel de de .05, para una prueba t de dos colas con n-2 gl (7-2).

*/ Valores significativos a un nivel de de .20, para una prueba t de dos colas con n-2 gl (7-2).

procesos por parte de empresas de la competencia. La asociación negativa entre esta variable y la línea de productos ($r_{x1*x6} = -0.5199$) y el nivel de integración ($r_{x3*x6} = -0.2505$), es un indicio de que las empresas que buscan esta estrategia competitiva, son empresas especializadas, concentradas en pocas o sólo una línea de productos y que su peso específico en la investigación básica y aplicada se multiplica al desempeñarse principalmente bajo esquemas de integración de moderados a bajos.

En resumen, el análisis correlacional de las características de la empresas procesadoras de sábila en el RGVT, sustentado en una prueba de significancia del coeficiente de correlación (r), mediante el estadístico t Student en una prueba de dos colas con $n-2$ gl (7-2), y un nivel de significancia de .05 ($t = 2.571$) y 0.2 ($t = 1.476$), conduce al rechazo de $H_0: r=0$, para la correlación de las variables: número de productos/nivel de integración ($r_{x2x3} = 0.7548$), número de productos/capacidad instalada ($r_{x2x4} = 0.8011$), nivel de integración/número de empleados ($r_{x3x5} = 0.7851$), capacidad instalada/número de empleados ($r_{x4x5} = 0.8535$) al nivel de 0.05; y de número de productos/número de empleados ($r_{x2x5} = 0.6217$), y

empresas las que componen el segmento de productores-procesadores de la sábila en esa región.

Una empresa procesadora de sábila típica en el RGVT presenta las siguientes características: es una empresa mediana multinacional; integrada de manera vertical desde la producción de hoja hasta la venta de concentrados a la industria de la manufactura, con tendencia a la incorporación de la elaboración de bebidas, cosméticos y productos para el cuidado personal, como parte de sus nuevas funciones en el futuro; la investigación tecnológica y el desarrollo de nuevos productos es clave para mantener el liderazgo en el segmento; comercializa las materias primas de sábila mediante distribuidores mayoristas cubriendo con ello la demanda nacional e internacional y el sistema de multiniveles para la distribución al detalle de productos finales, utiliza el Internet como medio de promoción y venta; y es integrante de una asociación gremial que se enfoca al fomento de la sábila, la autorregulación ética y defensa de sus miembros.

Las características de las empresas procesadoras integradas verticalmente presentan correlaciones significativas en las variables: número de productos/nivel

Cuadro 4. Prueba de significancia para la correlación de características de las procesadoras en el Valle del Río Grande en Texas, en el año 2000

Variable	X1	X2	X3	X4	X5	X6
X2	-0.057					
X3	1.324	2.573*				
X4	-0.600	2.993*	1.736*/			
X5	0.152	1.775*/	2.834*	3.663*		
X6	-1.361	-0.246	-0.578	0.172	0.034	
X7	0.759	-0.267	0.070	-0.114	-0.296	-0.448

Fuente: Elaboración propia
valores de t calculada

* Valores significativos a un nivel de de .05, para una prueba t de dos colas con $n-2$ gl (7-2). El valor crítico de t es de 2.571.

*/ Valores significativos a un nivel de de .20, para una prueba t de dos colas con $n-2$ gl (7-2). El valor crítico de t es de 1.476.

capacidad instalada/nivel de integración ($r_{x4x3} = 0.6132$), a nivel de 0.20 (Cuadro 4).

Adicionalmente se determina que no existe evidencia de una relación directa entre los años de establecida la empresa (experiencia en la actividad) y los logros alcanzados en crecimiento (número de productos y empleados), valor de los activos de la empresa (instalaciones) y participación en el mercado.

Conclusiones

La producción de hoja de sábila y derivados en los Estados Unidos se concentra en el RGVT. Son siete

de integración, número de productos/capacidad instalada, nivel de integración/número de empleados, capacidad instalada/ número de empleados. Por otra parte, el historial de las empresas en este segmento, el cual resume la experiencia y el resultado de sus decisiones en el mercado, muestra que no existe una correlación entre antigüedad de la empresa y nivel de desarrollo. El desarrollo endógeno seguido por las pequeñas y medianas empresas (por lo general las con mayor tiempo en la industria), impulsado por fuerzas internas, ha sido superado por aquel en el que se aprecia la participación de fuerzas endógenas que en búsqueda de oportunidades comerciales han absorbido entidades de este segmento,

este es el caso de las dos empresas líderes (empresas más recientes en la actividad).

Literatura Citada

- Aloecorp. 1991. Aloecorp introduces new freeze dried Aloe Vera gel. News Release. December 18. PTS New Product Announcements. USA. 1p.
- Aloecorp.1998. Introduction to Hilltop Gardens. News Release. Feb.Aloecorp. USA. [http:// www.Hilltopgardens.com/feb](http://www.Hilltopgardens.com/feb)
- Alvarez, M.G. (1987).Estudio de viabilidad técnica y financiera del cultivo de sábila (A. Vera L.) en la zona centro de Tamaulipas. Tesis de Maestría. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. División de Estudios de Posgrado e Investigación. Universidad Autónoma de Tamaulipas. Cd. Victoria, Tamps. México.
- Banco de Comercio Exterior de Venezuela (Bancoex).2000. Aloe Vera de Venezuela: Estrategias de desarrollo e internacionalización para la sábila. Caracas, Venezuela. 31p. <http://bancoex.com/pdfdocumentos/bancoexaloevera2.pdf>
- Brezosky, L. 2002. Growing world market looks to Valley for aloe production. Associated Press. Sep 29, 2002. Austin, Texas, USA.3 p. <http://www.valleystar.com/articles/2002/09/29/export42677.txt>
- CONSETEX. (Construcciones, Consultoría y Servicios Técnicos de México, S.A. de C.V.). 1992. Estudio de mercado para la comercialización de la sábila. Mimeo.México, D.F. 45 p.
- Forever Living Products (FLP). 1983. Edificando un negocio para siempre. Folleto. Mayo, 2. Phoenix, Arizona, USA. 26 p.
- Forever Living Products (FLP)._S/F. 1983. The forever enterprise. Folleto promocional. Núm. especial. Phoenix, Arizona, USA. 14 p.
- Morales, J.D. and Sallmann J.I. 2000. NAFTA and the Lower Rio Grande Valley of Texas: Measuring impacts. Texas A&M University. Department of Agricultural Economics. Faculty Paper Series 00-11. July. College Station, Texas. USA. 27 p.
- Morton, J.F.1961. Folk uses and commercial exploitation of aloe leaf pulp. Economic Botany 15: 314-315.
- NASS (National Agricultural Statistical Service) .2002. 2002 Census of Agriculture. Census, State-County Data. USA. http://www.nass.usda.gov/Census_of_Agriculture/
- SAGAR (Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural). 1995. Minuta de asamblea de la reunión con productores de Zábila, de los municipios de Jaumave, Tula y Bustamante, Tamaulipas. Distrito de Desarrollo Rural No. 159 Victoria. Septiembre 22 y 23 de 1995. Jaumave, Tamps. México.
- Sauls, J. W. 1983. Aloe vera. Texas Agricultural Extension Service. Texas A & M University. Weslaco, Texas. USA. 4 p.
- Young, J.M 1990. Valley mayor world source of Aloe Vera. Ag. Journal of South Texas Agriculture Industry. July, 14. Mc Allen, Texas, USA. Vol, número. Páginas.
-



Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro
Buenavista Saltillo, Coah. México. CP 25315
www.uaaan.mx

“La mejor institución de Educación Agrícola Superior de México”

Oferta Educativa

SALTILLO

Licenciaturas

Ing. Agrónomo:

- Administrador
- Desarrollo Rural
- Horticultura¹
- Irrigación¹
- Parasitólogo¹
- Producción¹
- Zootecnia

Ing. Agrícola y Ambiental

Ing. en Agrobiología

Ing. en Ciencias y Tecnología de Alimentos

Ing. Forestal

Ing. Mecánico Agrícola¹

Lic. en Economía Agrícola y Agronegocios

Postgrado

Maestrías y Doctorados en Ciencias en²:

- Ingeniería en Sistemas de Producción
- Fitomejoramiento
- Parasitología Agrícola
- Zootecnia

Maestrías Profesionales en²:

- Empresas Agrozootécnicas
- Tecnología de Granos y Semillas

Calidad y Excelencia Académica

(1) Carrera acreditada por COMEAA

(2) Programa inscrito en PIFOP de CONACYT

INFORMES

UNIDAD LAGUNA (Torreón)

Ing. Agrónomo

Ing. Agrónomo en Horticultura

Ing. Agrónomo en Irrigación

Ing. Agrónomo en Parasitología

Ing. en Agroecología

Ing. en Procesos Ambientales

Médico Veterinario Zootecnista

Maestría y Doctorado en Ciencias Agrarias²

Licenciatura:

Dirección de Docencia: (844) 411-02-75 • 411-02-76

docencia@uaaan.mx

Subdirección de Desarrollo Educativo

01-800-718-43-30 (servicio sin costo)

Teléfono en Torreón:

01-800-718-35-86 (servicio sin costo)

Postgrado:

postgrado@uaaan.mx

Teléfonos (844) 411 03 33, 411 03 34

XXXIII

CONGRESO NACIONAL DE LA CIENCIA DEL SUELO

**Aprovechar y Conservar el Suelo,
No Degradarlo**

PRESENTACIÓN DE TRABAJOS LIBRES

CONFERENCIAS

SIMPOSIA

EXPOSICIONES

ORGANIZAN



INFORMES

Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo
Apartado Postal 45, C.P. 56230,
Chapingo, Edo. de México

Tel. 01 (595) 952 15 00 ext. 5237, Tel./Fax 01 (595) 952 17 21
congreso33@smcs.org.mx

Dr. Patricio Rivera Ortiz
(834) 3 18 17 18 y 3 18 17 21
privera@uat.edu.mx

Dr. José A. Cueto Wong
(871) 7 19 10 76 ext. 103
cueto.jose@inifap.gob.mx

www.agronomiayciencias.uat.edu.mx

www.smcs.org.mx

RECEPCIÓN DE TRABAJOS

congreso33@smcs.org.mx



18, 19 y 20 de Septiembre del 2006

Universidad Autónoma de Tamaulipas

Centro Universitario

UAM Agronomía y Ciencias

Cd. Victoria, Tam., México

Hotel Sede

**Holiday Inn
EXPRESS®**
CIUDAD VICTORIA

¡es el lugar...!

Tel. (834) 3 18 60 00, 3 18 60 01, 3 18 60 40
01 800 009 19 19

Referencia: Congreso Suelo



inifap
Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias

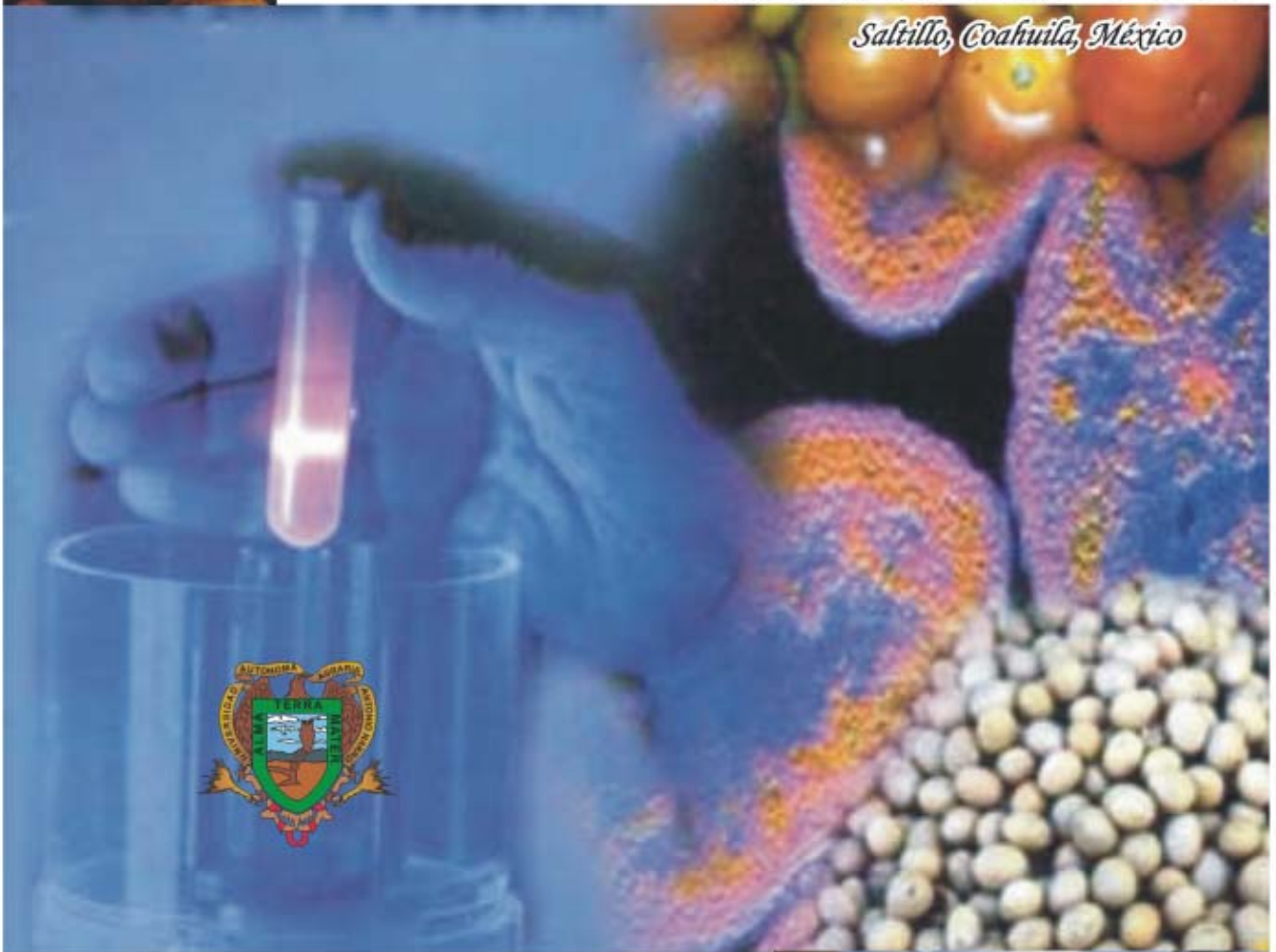


6^o

Simposio Nacional de Horticultura Inocuidad Alimentaria y Uso de Transgénicos

Del 5 al 9 de Marzo 2007

Saltillo, Coahuila, México



Informes:
UAAAN DEPTO. DE
HORTICULTURA

AL TEL. (844) 411 03 03
411 03 04
411 02 12

e-mail:
jhdavila@axtel.net.mx
abenmen@uaaan.mx

CONFERENCIAS, TALLERES Y CURSOS.

