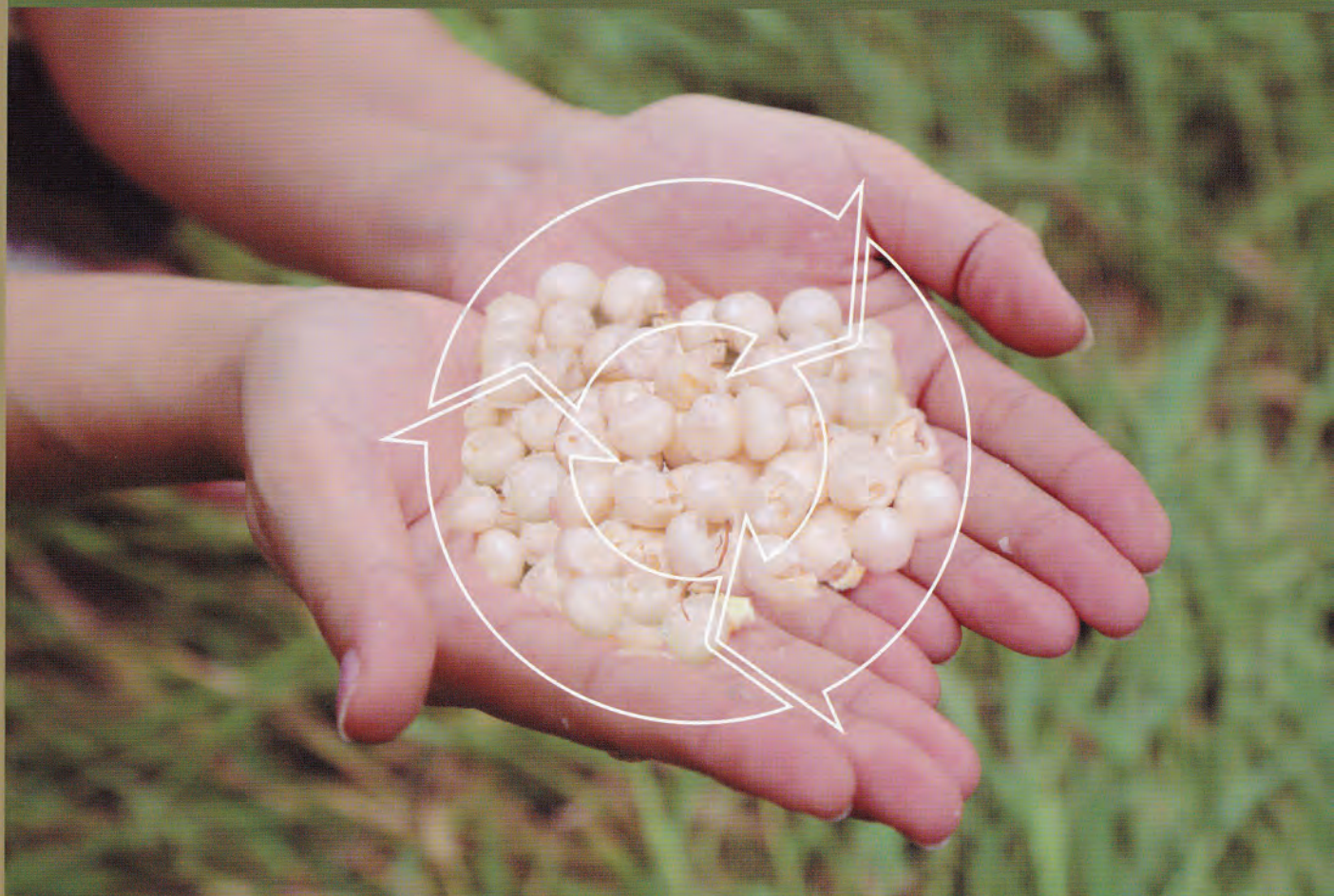


Ciencia, Tecnología e Innovación en el Sistema Agroalimentario de México

Hacia un enfoque integral de la producción, la dieta,
la salud y la cultura en beneficio de la sociedad



Daniel Martínez-Carrera
Javier Ramírez Juárez
Editores

Ciencia, Tecnología e Innovación en el Sistema Agroalimentario de México

*Hacia un enfoque integral de la producción, la dieta,
la salud y la cultura en beneficio de la sociedad*

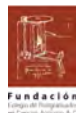
Ciencia, Tecnología e Innovación en el Sistema Agroalimentario de México

*Hacia un enfoque integral de la producción, la dieta,
la salud y la cultura en beneficio de la sociedad*

Daniel **Martínez-Carrera**

Javier **Ramírez Juárez**

EDITORES



bba BIBLIOTECA BÁSICA
DE AGRICULTURA

Título de la obra:

Ciencia, Tecnología e Innovación en el Sistema Agroalimentario de México

Editores:

© Daniel Martínez-Carrera

Javier Ramírez Juárez

© 1^{ra} Edición, 2016

Coordinación editorial: Judith Sandoval

Maquetación: Alejandro Rojas Sánchez

Diseño de cubiertas: Rogelio Covarrubias Romo

Biblioteca Básica de Agricultura:

Editorial del Colegio de Postgraduados

Colegio de Postgraduados

Fundación Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas, A. C.

ISBN: 978-607-715-314-6 Colegio de Postgraduados

© Reservados todos los derechos. No se permite la reproducción, total o parcial de este libro ni el almacenamiento en un sistema informático, ni la transmisión de cualquier forma o cualquier medio, electrónico, mecánico, fotocopia, registro u otros medios sin el permiso previo y por escrito de los titulares del *copyright*.

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

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

Impreso en México - Printed in Mexico
PRINTING ARTS MEXICO, S. de R. L. de C. V.
Calle 14 no. 2430, Zona Industrial
Guadalajara, Jalisco, México. C.P. 44940
Fax: 3810 5567
www.tegrafik.com
RFC: PAM 991118 DGO

Tiraje: 1 000 ejemplares.

Cita bibliográfica:

Martínez-Carrera, D. y J. Ramírez Juárez (Eds.). 2016. *Ciencia, Tecnología e Innovación en el Sistema Agroalimentario de México*. Editorial del Colegio de Postgraduados-AMC-CONACYT-UPAEP-IMINAP, San Luis Huexotla, Texcoco, México. 856 pp.

Contiene 131 Figuras y 181 Tablas.

“Los Cinco Soles:

En la leyenda, propia del altiplano, hay un proceso evolutivo de hombres cada vez más perfectos, que van de la barbarie a la civilización; del alimento con bellotas y piñones al maíz. Los gigantes eran recolectores que comían bellotas. Los hombres del Segundo Sol se alimentaban con piñones y tampoco cultivaban la tierra. Quienes les siguieron comían maíz de agua y los del Cuarto Sol, teocentli, es decir, granos de teosinte. Los hombres del Quinto Sol domesticaron el teosinte y lo convirtieron en maíz...”

El Maíz, Fundamento de la Cultura Popular Mexicana (1982).

“Al cultivar el maíz, el hombre también se cultivó. Las grandes civilizaciones del pasado y la vida misma de millones de mexicanos de hoy, tienen como raíz y fundamento al generoso maíz. Ha sido un eje fundamental para la creatividad cultural de cientos de generaciones; exigió el desarrollo y el perfeccionamiento continuo de innumerables técnicas para cultivarlo, almacenarlo y transformarlo; condujo al surgimiento de una cosmogonía y de creencias y prácticas religiosas que hacen del maíz una planta sagrada; permitió la elaboración de un arte culinario de sorprendente riqueza; marcó el sentido del tiempo y ordenó el espacio en función de sus propios ritmos y requerimientos; dio motivo para las más variadas formas de expresión estética; y se convirtió en la referencia necesaria para entender formas de organización social, maneras de pensamiento y conocimiento y estilos de vida de las más amplias capas populares de México. Por eso, en verdad, el maíz es el fundamento de la cultura popular mexicana. Hay, pues, por todo lo anterior, lo que podría llamarse un proyecto popular en relación con el maíz. Esta planta, con toda la compleja red de relaciones económicas, sociales y simbólicas que la tienen por centro, adquiere un significado profundo para el pueblo mexicano; es un bien económico fundamental y un alimento insustituible, pero es mucho más que eso. Frente al proyecto popular, abiertamente opuesto a él, se yergue otra manera de concebir el maíz, otro proyecto. Éste pretende desligar al maíz de su contexto histórico y cultural para manejarlo exclusivamente en términos de mercancía y en función de intereses que no son los de los sectores populares. Hace del maíz un valor sustituable, intercambiable y aún prescindible. Porque excluye, precisamente, la opinión y el interés de los sectores populares, los que crearon al maíz y han sido creados por él...”

Presentación, Guillermo Bonfil Batalla (1935-1991).

“La grandeza de México es que el pasado siempre está vivo. No como una carga, no como una losa, salvo para el más crudo ánimo modernizador. La memoria salva, escoge, filtra, pero no mata. La memoria y el deseo saben que no hay presente vivo con pasado muerto, ni habrá futuro sin ambos. Recordamos hoy, aquí. Deseamos aquí, hoy. México existe en el presente, su aurora es ahora porque no olvida la riqueza de un pasado vivo, una memoria insepulta. Su horizonte también es hoy, porque no disminuye la fuerza de su vivo deseo”.

Nuevo tiempo mexicano, Carlos Fuentes (1928-2012).

“Vi pasar las carretas. Los bueyes moviéndose despacio. El crujir de las piedras bajo las ruedas. Los hombres como si vinieran dormidos.

—... Todas las madrugadas el pueblo tiembla con el paso de las carretas. Llegan de todas partes, copeteadas de salitre, de mazorca, de yerba de pará. Rechinan sus ruedas haciendo vibrar las ventanas, despertando a la gente. Es la misma hora en que se abren los hornos y huele a pan recién horneado. Y de pronto puede tronar el cielo. Caer la lluvia. Puede venir la primavera. Allá te acostumbrarás a los “derrepentes”, mi hijo.— Carretas vacías, remoliendo el silencio de las calles. Perdiéndose en el oscuro camino de la noche. Y las sombras. El eco de las sombras”.

Pedro Páramo, Juan Rulfo (1917-1986).

Prefacio

Este libro recoge las ponencias del Simposio General “Ciencia, Tecnología e Innovación en el Sistema Agroalimentario de México”, organizado por el *Campus* Puebla del Colegio de Postgraduados, la Academia Mexicana de Ciencias, el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, la Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla y la Fundación Produce Puebla, los días 26, 27, y 28 del mes de noviembre de 2014. Quiero destacar, primero, que no es una memoria más de una reunión científica, memorias en las cuales, a menudo se publican indiscriminadamente todas las contribuciones recibidas, muchas veces sin ningún examen previo ni posterior. Un análisis somero del índice nos informa de la seriedad de esta experiencia. Los temas se agrupan en cuatro grandes apartados: I El Sistema Agroalimentario de México; II Sistemas Agroalimentarios Sustentables de Origen Vegetal; III Sistemas Agroalimentarios Sustentables de Origen Animal; y IV Sistemas Agroalimentarios Sustentables de Origen Microbiano. Primero una gran parábola, luego tres secciones que cubren exhaustivamente su trayectoria. Obviamente hubo un diseño inteligente para este simposio.

En 38 capítulos, cerca de 100 expertos en la producción de alimentos y en temas relativos a su relación con la sociedad exponen conocimientos, experiencias y estrategias para alcanzar nuestra suficiencia alimentaria. Otros, los menos, escriben sobre políticas públicas para el sector agroalimentario. Su lectura reafirma mi convicción sobre dos tesis que he expuesto por mucho tiempo en diversos foros: 1) Nuestra competencia tecnológica para la producción de alimentos es amplia, aunque nunca será suficiente; ni en México ni, por cierto, en ningún otro lugar; 2) Esa competencia tecnológica incide muy poco en la productividad del campo mexicano. Tenemos tecnología y técnicos competentes. Y entonces ¿qué?

Trataré de abreviar en unos pocos párrafos una historia de más de setenta años, (para una reseña más extensa consultar el vínculo <http://www.colpos.mx/agrocien/Extras/ens-inv-ext.pdf>). La investigación en ciencias agrícolas se inició en México en los años cuarenta del siglo XX. No creo cometer una injusticia histórica al situar a Edmundo Taboada como el primer investigador en ciencias agrícolas de nuestro país. La fundación de la Oficina de Estudios Especiales (OEE), del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), del Colegio de Postgraduados (CP) y del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) se ha documentado ampliamente en la serie Las Ciencias Agrícolas Mexicanas y sus Protagonistas, en seis volúmenes de la Biblioteca Básica de Agricultura (BBA), publicada por el CP. Una

asignatura pendiente es analizar cronológicamente la interacción (o ausencia de) entre estas instancias: de la OEE al INIA y al CIMMYT; del INIA al INIFAP; la conversión (infausta) de la Escuela Nacional de Agricultura en Universidad Autónoma Chapingo (UACH), y la previa fundación de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN); la creación del CP y su separación de la Universidad Autónoma Chapingo (UACH). Un análisis serio y documentado de este entramado histórico seguramente arrojaría luces sobre las causas de un fracaso monumental. Lo sugerí antes y lo repito: la escasa incidencia de nuestras instituciones de enseñanza e investigación en la productividad del campo mexicano. Trataré de sustanciar este aserto.

Los directivos de instituciones oficiales —del sector agropecuario y de todos— invariablemente culpan de sus deficiencias a presupuestos exiguos. Aunque sólo he examinado numéricamente datos del sector agropecuario, puedo asegurar que el argumento es falaz en general. Los recursos recibidos difícilmente se compadecen con los resultados. En el caso de nuestro sector es evidente la falta de coordinación: investigaciones que se repiten, exceso de planteles educativos, patrocinio de estudiantes que acuden a la UACH, a la UAAAN, y al CP por razones alimenticias (gastronómicas antes que agronómicas). Sé que estoy escribiendo algo herético, sobre todo para quienes manejan los recursos monetarios y a veces se benefician personalmente de ellos, pero, para el caso del sector agropecuario, ofrezco un análisis somero.

Sólo entre la UACH, el CP, el INIFAP, y la UAAAN, se ejerce un presupuesto anual de alrededor de cinco mil millones de pesos. No es aventurado suponer que esta cifra pueda duplicarse, y hasta triplicarse, si sumamos el gasto en educación e investigación agrícola de las universidades estatales, de otros organismos de SAGARPA y descentralizados, y aun de organismos privados.

¿Cuántos resultados productivos debería arrojar la inversión de 1,000 millones de dólares anuales? Sin duda muchos más que los actuales.

Ejercer con eficacia tal (o cualquier) cantidad de recursos en un sistema tan complejo y diverso como el que nos ocupa, requiere la coordinación de una instancia superior, la que sólo puede hacerlo bien si tiene facultades para asignar prioridades y distribuir el financiamiento de acuerdo con criterios tanto científicos como de utilidad social.

UNA PROPUESTA

El primer intento de regular la enseñanza y la investigación agrícola en México fue la Ley de Educación Agrícola (1946). Como consecuencia un tanto retrasada de esa ley se crea el Colegio de Postgraduados en 1959, con el cual se inicia la enseñanza de postgrado en ciencias agrícolas. No incurriré en la ingenuidad de creer que una ley puede, por sí sola, remediar los males anteriormente reseñados. Sí tengo el deber ético de insistir en que la carencia de un marco legal ha propiciado el desastre. A mi juicio, la forma privilegiada para inducir el orden en la enseñanza, investigación y extensión agrícolas, es la creación de un instrumento legal que norme estas

actividades. Una Ley de Enseñanza, Investigación y Extensión Agrícolas, que sustituya y actualice la de 1946, debería considerar los siguientes aspectos:

- 1) Regulación de la cantidad y calidad de los egresados del sistema de educación agrícola superior. En virtud de la proliferación de programas de postgrado, la ley debería considerar este aspecto con mayor especificidad que la de 1946, toda vez que también empieza a darse una duplicación, y quizá triplicación y n-plicación delirante de esfuerzos en este nivel, además de la creación de programas sin control, la mayoría de muy dudosa calidad.
- 2) Certificación de los egresados para el ejercicio de la profesión.
- 3) Mecanismos para asignación de recursos que se estimen pertinentes a los planteles.
- 4) Asignación racional de recursos para la investigación.
- 5) Definición de áreas de pertinencia en la investigación y mecanismos de vinculación.
- 6) Utilización integral de los recursos humanos y financieros del sistema.

Sobre todos los puntos anteriores pueden darse ejemplos significativos. Basten en esta ocasión los indicadores anteriormente expuestos.

El instrumento para operar los objetivos de la ley podría ser lo que aquí llamaré el “Consejo Nacional de Educación, Investigación y Extensión Agrícola”, integrado por el INIFAP, la Universidad Autónoma Chapingo, el Colegio de Postgraduados, y otras instituciones que se juzgue conveniente incluir. Un candidato obvio sería el Colegio de Ingenieros Agrónomos de México, y otro la Confederación Nacional Agronómica.

Pero he sido convocado a escribir un prólogo y no una proclama. Ofrezco una disculpa al Dr. Daniel Claudio Martínez Carrera, organizador del simposio, por cualquier exceso retórico. También espero haber aportado información útil sobre los temas que se abordan en esta obra.

Said Infante Gil
*Profesor Investigador Titular
del Colegio de Postgraduados*

Ciencia, Tecnología e Innovación en el Sistema Agroalimentario de México

Comité Científico Editorial

Simposio I: Sistemas agroalimentarios sustentables de origen vegetal.

Filemón Parra Inzunza (coordinador)

José Luis Jaramillo Villanueva

Ignacio Ocampo Fletes

Simposio II: Sistemas agroalimentarios sustentables de origen animal.

Samuel Vargas López (coordinador interno)

Alfredo Cesín Vargas (coordinador externo)

José Sergio Escobedo Garrido

Francisco Calderón Sánchez

J. Reyes Galaviz Rodríguez

Ignacio Vázquez Martínez

Simposio III: Sistemas agroalimentarios sustentables de origen microbiano.

Daniel Martínez-Carrera (coordinador interno)

Yésica Mayett Moreno (coordinadora externa)

Mercedes Sobal Cruz

Porfirio Morales Almora

General: Luis A. Villarreal Manzo, Benito Ramírez Valverde,

Antonio Macías López, Engelberto Sandoval Castro

Contenido

I. El sistema agroalimentario de México

A. Sociedad y alimentación

Capítulo 1

- 3 La agricultura mexicana y su potencial en la alimentación: el contexto actual
Leobardo Jiménez-Sánchez, Aurelio León-Merino y Martín Hernández-Juárez

Capítulo 2

- 27 Los desafíos del futuro: alimentos, crisis ecológica y pequeña producción campesina
Víctor M. Toledo

Capítulo 3

- 37 De la revolución verde a las revoluciones minúsculas
Jean Christian Tulet

B. Alimentos y recursos base

Capítulo 4

- 63 Manejo sustentable del suelo para la producción agrícola
Jorge D. Etchevers, Vinisa Saynes y Mariana Margarita Sánchez

Capítulo 5

- 81 El manejo sustentable del agua en el sistema agroalimentario de México
Enrique Palacios Vélez

Capítulo 6

- 101 La importancia de la pesca y la acuicultura en el sistema agroalimentario de México
Francisco Javier Martínez Cordero y Edgar Sánchez Zazueta

C. Alimentos y salud

Capítulo 7

- 123 Importancia de la sanidad vegetal en el sistema agroalimentario
Francisco Javier Trujillo Arriaga, Clemente de Jesús García Avila, Andrés Quezada Salinas y Hugo César Arredondo Bernal

Capítulo 8

- 147 Producción porcina: salud humana, ambiente, inocuidad y bienestar animal
Rosario H. Pérez Espejo

Capítulo 9

- 169 Biotecnología y bioseguridad: un conjunto de herramientas esenciales para el desarrollo de los sistemas agroalimentarios
Pedro Rocha Salavarieta y Víctor Villalobos Arámbula

D. Alimentos, sociedad y cultura

Capítulo 10

- 187 Respondiendo al debate: la polémica sobre el origen de la crisis alimentaria
Blanca Rubio

Capítulo 11

- 201 Cultura alimentaria mexicana como eje de las políticas públicas
Héctor Bourges Rodríguez

Capítulo 12

- 221 Situación de la agricultura en América Latina y el Caribe
Diana Ramírez

Capítulo 13

- 235 Los agroparques como modelo de innovación que potenciará la agricultura mexicana
Alfonso Larqué-Saavedra

Capítulo 14

- 249 La seguridad agroalimentaria en México
Manuel R. Villa-Issa y Carlos Aragón-Gutiérrez

Capítulo 15

- 281 México: expectativas de su seguridad alimentaria en la fase de economía abierta
Felipe Torres Torres

II. Sistemas agroalimentarios sustentables de origen vegetal

Capítulo 16

- 313 La agricultura familiar y su contribución a la seguridad alimentaria: límites y posibilidades
Javier Ramírez Juárez

Capítulo 17

- 333 Extensionismo para la innovación basado en evidencias
Inicio Horacio Santoyo-Cortés, Manrubio Muñoz-Rodríguez, Jorge Aguilar-Ávila y Enrique Genaro Martínez-González

Capítulo 18

- 361 Innovación tecnológica y posibilidades de aumentar la productividad y producción global de 16 cultivos básicos de México
Antonio Turrent Fernández, José Isabel Cortés Flores y Alejandro Espinosa Calderón

Capítulo 19

- 377 Agregación de valor a los productos alimenticios de la agricultura familiar
José Luis Jaramillo Villanueva

Capítulo 20

- 393 Agricultura familiar y patrones de consumo alimentario en las familias indígenas de Matatlán, Oaxaca, México
Juan Antonio-Bautista, Javier Ramírez Juárez y Antonio José-Juan

III. Sistemas agroalimentarios sustentables de origen animal

Capítulo 21

- 415 Aspectos de globalización y la relación inocuidad-ambiente en la cadena productiva de alimentos de origen animal

José Nahed Toral y Francisco Guevara Hernández

Capítulo 22

- 427 Inocuidad de los productos alimenticios de origen animal

Ricardo E. Caicedo Rivas, Mariana Paz-Calderón Nieto y Adriana Ramírez Vargas

Capítulo 23

- 449 El sistema de traspasamiento y la producción de alimentos de origen animal

Samuel Vargas López, Ángel Bustamante González, Miguel Ángel Casiano Ventura, Francisco Calderón Sánchez e Ignacio Vázquez Martínez

Capítulo 24

- 463 Bacterias patógenas que contaminan los alimentos agropecuarios y causan zoonosis

Jesús Vázquez Navarrete y Ricardo Flores Castro

Capítulo 25

- 477 Pobreza alimentaria y bienestar animal, los retos para la avicultura mexicana

María del Carmen Hernández Moreno, Antonio Alberto Ulloa Méndez y Araceli del Carmen Andablo Reyes

Capítulo 26

- 501 Cambio tecnológico y productividad en el sistema de lácteos en México: entre el consumo de masas y el consumo selectivo

Adolfo Gpe. Álvarez Macías y Adriana Yamile Moreno Blanco

Capítulo 27

- 519 Productos locales de origen animal

Alfredo Cesín y Adriana Bastidas

Capítulo 28

- 539 “Comer de mano propia”: cultura alimentaria de la sociedad ranchera serrana en el occidente de México

Esteban Barragán López y Rogelia Torres Villa

Capítulo 29

- 563 Aportes de los sistemas agroalimentarios sustentables de origen animal a la seguridad alimentaria

Beatriz Cavallotti Vázquez

IV. Sistemas agroalimentarios sustentables de origen microbiano

Capítulo 30

- 581 Contribución de los hongos comestibles, funcionales y medicinales a la construcción de un paradigma sobre la producción, la dieta, la salud y la cultura en el sistema agroalimentario de México

Daniel Martínez-Carrera, Alfonso Larqué-Saavedra, Armando Tovar Palacio, Nimbe Torres, María Eugenia Meneses, Mercedes Sobal Cruz, Porfirio Morales Almora, Myrna Bonilla Quintero, Helios Escudero Uribe, Isaac Tello-Salgado, Teodoro Bernabé-González, Wilfrido Martínez Sánchez y Yésica Mayett

Capítulo 31

- 641 El cuítlacoche, producto de la interacción *Ustilago maydis* - maíz, una aportación de México al mundo en el sistema agroalimentario microbiano

Vladimir Castañeda de León, Daniel Martínez-Carrera, Porfirio Morales Almora, Mercedes Sobal Cruz, Abel Gil Muñoz y Hermilo Leal Lara

Capítulo 32

- 695 La investigación en micología básica y aplicada: aportes para un desarrollo sustentable

Gerardo Mata, Rigoberto Gaitán Hernández y Dulce Salmones

Capítulo 33

- 721 Aportaciones de ECOSUR al conocimiento de macromicetos y al desarrollo de tecnología para su cultivo y aprovechamiento

José E. Sánchez, René Andrade Gallegos, Lilia Moreno Ruiz y Reyna Camacho Morales

Capítulo 34

- 737 Aportaciones de investigaciones básicas y aplicadas para impulsar la producción de hongos comestibles en México

Hermilo Leal Lara, José Adaya González, Lidia Curiel Pérez, Cecilia Marroquín Corona, Cristina Morales Olivares, Abraham Sánchez Hernández, Erika Sánchez Marín, Selene Segura Moctezuma, Vladimir Castañeda de León y Gustavo Valencia Del Toro

Capítulo 35

- 761 Biotecnología, innovación y desarrollo en la cadena de valor con base en los recursos genéticos de los hongos comestibles, funcionales y medicinales

Mercedes Sobal Cruz, Porfirio Morales Almora, Myrna Bonilla Quintero, Wilfrido Martínez Sánchez y Daniel Martínez-Carrera

Capítulo 36

- 781 Estrategias para promover el consumo de hongos comestibles en México, con base en sus propiedades funcionales y medicinales

Yésica Mayett y Daniel Martínez-Carrera

Capítulo 37

- 811 Propiedades funcionales novedosas de *Ganoderma lucidum*: actividad neuroprotectora y anticonvulsiva

Isaac Tello-Salgado, Elizur Montiel-Arcos, Ismael Leon-Rivera y Daniel Martínez-Carrera

Capítulo 38

- 827 Genómica de las propiedades anticancerígenas de los hongos comestibles, funcionales y medicinales: investigaciones INMEGEN-CP

Mónica Peña-Luna, Alfredo Hidalgo-Miranda, Sandra Romero-Córdoba, Mercedes Sobal Cruz, Porfirio Morales Almora, Gerardo Jiménez-Sánchez y Daniel Martínez-Carrera

- 853 **Índice temático**

- 855 *Subject index*

IV

Sistemas
agroalimentarios
sustentables de
origen microbiano

Estrategias para promover el consumo de hongos comestibles en México, con base en sus propiedades funcionales y medicinales

Yésica Mayett¹ y Daniel Martínez-Carrera²

¹ Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla (UPAEP), Programa de Postgrado en Dirección de Organizaciones y Agronegocios, 21 Sur 1103, Colonia Santiago, Puebla 72130, Puebla, México. Correo electrónico: yesica.mayett@upaep.mx.

² Colegio de Postgraduados (CP), Campus Puebla, Biotecnología de Hongos Comestibles, Funcionales y Medicinales, Apartado Postal 129, Puebla 72001, Puebla, México. Correo electrónico: dcarrera@colpos.mx.

Resumen

La cadena agroalimentaria microbiana emergente de los hongos comestibles, funcionales y medicinales en México tiene importantes repercusiones sociales, ecológicas y económicas. Sin embargo, su crecimiento y desarrollo están limitados por la estructura actual del sistema de producción-consumo en su conjunto. Se presentan las investigaciones socioeconómicas realizadas por los autores durante el periodo 2000-2014 sobre el sistema de mercado de los hongos comestibles, las preferencias y percepciones de los consumidores, el nivel de consumo nacional, así como el comportamiento histórico y actual de los precios. Utilizando un enfoque de investigación mixto (exploratorio y descriptivo) y polietápico en series de tiempo no uniformes (2000-2014), se integró información secundaria de precios, ingresos e indicadores macroeconómicos, con información de tipo primaria recopilada de diferentes actores dentro del sistema de producción-consumo (productores, comercializadores de diferentes niveles, consumidores). Se realizó un sondeo a 1 622 personas para determinar el consumo y no consumo de hongos comestibles en las zonas urbanas de la región central del país. Asimismo, se administraron 1 400 encuestas semiestructuradas, complementadas con cédulas de observación en diferentes mercados, tianguis y supermercados en las ciudades de México, D. F., Puebla, Tlaxcala y Toluca. Los resultados indicaron que la población consumidora de hongos comestibles representó un promedio de 62.3 % durante el periodo 2003-2011, mientras que el sector poblacional no consumidor fue del 37.7 % en promedio. Se confirmó un amplio desconocimiento de las propiedades nutricionales, funcionales y medicinales de los hongos comestibles en la población. No obstante, el incremento general promedio del consumo de hongos comestibles fue del 58.5 % para los 3 niveles socioeconómicos en el mismo periodo, lo cual fue congruente con el incremento de la producción nacional. El perfil de los

consumidores ha cambiado tanto en escolaridad como en actividad económica. La percepción de la calidad de los hongos comestibles (sabor, apariencia) en la categoría de excelente disminuyó de manera importante en todos los niveles socioeconómicos (bajo, medio, alto), tendencia que muestra consumidores cada vez más exigentes y, sobre todo, más interesados en las características del producto. Aunque el análisis de precios indicó que los champiñones están más al alcance del consumidor, todavía continúan siendo un producto caro junto con otras especies de hongos comestibles al compararse con otros productos de amplio consumo popular. Se propone una estrategia general para promover el consumo de hongos comestibles en México con dos ejes centrales: 1) El establecimiento de estrategias orientadas a incrementar la frecuencia de consumo en la población que ya los considera como parte de su dieta, así como integrar al sector poblacional no consumidor; y 2) Enfocar la estrategia de promoción en las propiedades funcionales y medicinales de los hongos comestibles, como características socialmente relevantes y propias de este alimento de origen microbiano. La meta viable en el mediano plazo sería incrementar el consumo *per cápita* de 0.620 kg/año a 1.0 kg/año. Esta estrategia tiene como marco las prioridades nacionales en materia de seguridad alimentaria y de salud, tratando de incrementar el consumo nacional e integrar a los hongos comestibles, funcionales y medicinales en el consumo familiar cotidiano tomando en cuenta la diversidad social, económica y cultural.

Palabras clave: hongos comestibles, comercializadores, consumidores, estrategias de mercado, patrones de consumo, seguridad alimentaria, precios internacionales, precios nacionales, productores, propiedades funcionales y medicinales.

Abstract

Strategies to promote mushroom consumption in Mexico focusing on their functional and medicinal properties.

The emergent microbial agri-food chain of edible, functional and medicinal mushrooms in Mexico has important social, ecological and economic impacts. However, its growth and development are limited by the current production-consumption system as a whole. We present results of socio-economic research carried out by the authors between 2000-2014 involving the market system of edible mushrooms, consumer preferences and perceptions, national consumption level, as well as historic and current price trends. Using a mixed exploratory and descriptive research approach that was multistage according to non-uniform time series (2000-2014), secondary information was integrated on prices, income and macroeconomic indicators, including primary information taken from different members of the production-consumption system (producers, middlemen, traders from different levels, consumers). A survey was conducted on 1 622 people to determine consumption and non-consumption

of edible mushrooms in urban zones of the central region of Mexico. Likewise, 1 400 semi-structured surveys were conducted, complemented by observation protocols in differing public markets, tianguis (popular market days), and supermarkets at the cities of Mexico, Puebla, Tlaxcala and Toluca. Results showed that consumers of edible mushrooms represented an average of 62.3 % of the population during the 2003-2011, while the non-consumer population sector was 37.7 %. Most population was not aware of the nutritional, functional and medicinal properties of edible mushrooms. Nevertheless, the overall average increase in the consumption of edible mushrooms was 58.5 % for the three socio-economic levels (low, medium and high) during the same period, which was coherent with the increase in domestic production. The consumer profile changed in both education and economic activity. The perception of edible mushroom quality (flavor, appearance) at the excellent category fell significantly across all socio-economic levels, indicating more demanding consumers who are particularly interested in product characteristics. Although the price analysis showed that *Agaricus* mushrooms are more affordable to consumers, this product and other species of edible mushrooms are still expensive if compared to other widely consumed popular products. An overall strategy is proposed to promote the consumption of edible mushrooms in Mexico considering: 1) The establishment of strategies aimed at increasing the frequency of consumption in the population that considers them already as part of the diet, as well as integrating the non-consumer population sector to mushroom consumption; and 2) The development of a promotion strategy based on the functional and medicinal properties of edible mushrooms, as socially relevant characteristics from this food of microbial origin. A viable medium-term goal would be to increase *per capita* consumption in Mexico from 0.620 kg/year to 1.0 kg/year. This strategy is supported by national public priorities in terms of food security and human health, addressing the increase of national consumption and integrating medicinal, functional, and edible mushrooms into everyday consumption of households on the basis of their own social, economic and cultural diversity.

Key words: consumers, consumer patterns, international prices, marketing strategies, mushroom producers, national prices, retailers.

I. Introducción

La cadena agroalimentaria emergente de los hongos comestibles, funcionales y medicinales en México tiene importantes repercusiones sociales, ecológicas y económicas. Las especies cultivadas y comercializadas son los champiñones blancos, cafés y orgánicos (*Agaricus*), las “setas” (*Pleurotus*), el “shiitake” (*Lentinula*), el “reishi” (*Ganoderma*), el “maitake” (*Grifola*), y el cuitlacoche (*Ustilago*). La producción comercial en 2011 se estimó en 62 374 ton anuales de hongos comestibles, funcionales y medicinales, frescos y procesados (Martínez-Carrera *et*

al., 2012). Nuestro país es el mayor productor de Latinoamérica y cuenta con los desarrollos tecnológicos más avanzados, ya que genera alrededor del 80.8 % de la producción total de esa región, seguido por Brasil (7.7 %) y Colombia (5.2 %), ubicándose como el 13o. productor a nivel mundial. El monto anual de las operaciones comerciales supera los 200 millones de dólares, generando alrededor de 25 mil empleos directos e indirectos. La importancia ecológica de esta actividad radica en la utilización y reciclaje de más de 500 000 toneladas anuales de subproductos agrícolas, agroindustriales y forestales (Martínez-Carrera *et al.*, 2010, 2012). Los hongos comestibles constituyen una de las experiencias más avanzadas del país en la producción de alimentos bajo condiciones controladas en cortos periodos de tiempo, por lo que representan una verdadera alternativa para enfrentar los efectos adversos del cambio climático global (menor disponibilidad de agua, mayores temperaturas, fenómenos meteorológicos extremos) sobre el desarrollo del país.

Las propiedades nutricionales, funcionales y medicinales de los hongos comestibles promueven la salud, son únicas y diferentes a las aportadas por otros alimentos, y representan una aportación relevante a la seguridad alimentaria de la sociedad (Chang y Miles, 2004; Martínez-Carrera *et al.*, 2004, 2010, 2012). El valor funcional y medicinal de los hongos comestibles incluye propiedades anticancerígenas, antibióticas (antimicrobianas: antivirales, antibacterianas, antiparasitarias), antioxidantes, reductoras del nivel de colesterol y la hipertensión, antitrombóticas y antidiabéticas (Chang y Miles, 2004). A partir de estas propiedades, se estima que ya se generan operaciones comerciales de alto valor agregado superiores a los 6 billones de dólares en los mercados internacionales de la industria alimenticia y farmacéutica. Asimismo, se observa una creciente demanda de los productos derivados de hongos comestibles con propósitos terapéuticos y de prevención de enfermedades en Europa, Norteamérica, el sureste de Asia y Latinoamérica, a través de suplementos alimenticios, cápsulas, tabletas y bebidas tonificantes con compuestos bioactivos o extractos fúngicos purificados (Smith *et al.*, 2002; Wasser, 2002; Chang y Miles, 2004).

En este capítulo se analizan las principales tendencias de las preferencias y percepciones de la sociedad mexicana sobre los hongos comestibles durante el periodo 2000-2014, así como diversos aspectos del mercado nacional. Con base en estas investigaciones socioeconómicas, pioneras a nivel latinoamericano y para los países en desarrollo, se propone una estrategia general para promover el consumo de los hongos comestibles en México. Esta estrategia tiene como marco las prioridades nacionales en materia de seguridad alimentaria y de salud, tratando de incrementar el consumo nacional e integrar a los hongos comestibles, funcionales y medicinales en el consumo familiar cotidiano tomando en cuenta la diversidad social, económica y cultural. Así mismo se considera que dicha estrategia promoverá simultáneamente el desarrollo endógeno, equitativo y competitivo de esta cadena agroalimentaria emergente de origen microbiano en el país.

II. Metodología

Este estudio se realizó con base en las metodologías desarrolladas por los autores desde el 2000 y que han permitido llevar a cabo las investigaciones socioeconómicas sobre el sistema de producción-consumo de los hongos comestibles en México (Aguilar *et al.*, 2002; Martínez-Carrera, 2000, 2002; Martínez-Carrera *et al.*, 1991a-b, 1992, 1998, 2000, 2002, 2004, 2005, 2007; Mayett *et al.*, 2006; Pellicer *et al.*, 2002). Se utilizó un enfoque de investigación mixto (exploratorio y descriptivo), así como polietápico en series de tiempo no uniformes (2000-2003, 2004-2007, 2008-2009, 2010-2011, 2012-2014) [Hernández *et al.*, 2010], para integrar información secundaria de precios, ingresos e indicadores macroeconómicos, con información primaria registrada de los diferentes actores dentro del sistema de producción-consumo de los hongos comestibles en México (productores, comercializadores de diferentes niveles, consumidores).

Región de estudio

En los primeros estudios (2000-2003) fueron seleccionadas las ciudades de México (8.8 millones de personas), Puebla (1.6 millones de personas) y Tlaxcala (0.083 millones de personas). En estudios posteriores (2004-2007), se substituyó la ciudad de Tlaxcala por Toluca (0.815 millones de personas). Todas ellas representativas de las zonas urbanas del país, con diferente nivel poblacional y localizadas en la región central de México. Aquí existe una gran diversidad poblacional como resultado la migración rural, las áreas urbanas actualmente concentran al 77.8 % de la población nacional debido al fenómeno de la migración rural de otras regiones (INEGI, 2000, 2001, 2007a-b; www.inegi.org.mx; www.conapo.gob.mx); así como un mercado plenamente establecido con disponibilidad de una amplia variedad de hongos comestibles silvestres y cultivados que se recolectan, cultivan, producen y/o comercializan hasta el consumidor final.

El sistema de producción-consumo

En los estudios 2000-2003 se administraron una serie de entrevistas (540) para determinar la proporción de consumidores, así como aquellos actores involucrados a diferentes niveles del sistema de producción-consumo (486): productores [grandes (3), pequeños (9)], minoristas (11), restaurantes (23), taquerías (39), y consumidores [mercados públicos (241), tianguis (días de mercado, 58), muestras gastronómicas (102)]. Esto permitió definir la estructura y nivel de desarrollo del sistema de mercado de los hongos comestibles en el país. En estudios posteriores (2004-2007), se administraron otra serie de entrevistas (400) para determinar variaciones y patrones en la proporción de consumidores, así como otras más (465) para conocer las preferencias y percepciones de los consumidores, principalmente en supermercados. El estudio más reciente (2011) incluyó 682 encuestas para determinar la proporción de consumo y no

consumo, completando con 534 para conocer sus preferencias y percepciones en tianguis, mercados, y supermercados.

Entrevistas estructuradas en el punto de venta y niveles socioeconómicos

Se administraron una serie de entrevistas en el punto de venta, cuyas variables estudiadas fueron: precios, ingresos, preferencias en el consumo (qué, cómo, cuándo, y dónde consumen hongos comestibles); percepciones de consumo (calidad, sabor, apariencia, valor nutricional y medicinal); y algunas otras sobre reconocimiento de la publicidad y los medios de comunicación en los hongos comestibles. También se administraron encuestas utilizando un instrumento estructurado (respuestas cerradas), que incluía escalas nominales, ordinales, y de intervalo (respuestas dicotómicas, de opción múltiple y escala de Likert). Se utilizó un instrumento estructurado de observación para recopilación de precios. En todos los estudios realizados se llevaron a cabo entrevistas para determinar la proporción de consumidores y no consumidores (1 622 en total), y otra serie (486) a diferentes niveles del sistema de producción-consumo (2000-2003). En las investigaciones de los periodos 2004-2007 y 2008-2011, las entrevistas sólo se aplicaron a consumidores finales (999). Una parte de los consumidores (minoristas, taquerías, consumidores finales) se seleccionó aleatoriamente en diversos puntos de venta (mercados, tianguis, muestras gastronómicas en 2000-2003, supermercados en 2004-2007) con la fórmula para poblaciones infinitas (Churchill y Brown, 2007). Se utilizó un intervalo de confianza de 1.96, una probabilidad de ocurrencia del evento a favor de 0.50 y un margen de error de 0.05. Las entrevistas se administraron de manera proporcional respecto al total de la población de estudio. En el caso de la otra parte de los actores del sistema de producción-consumo (productores grandes, pequeños y restaurantes), se seleccionaron por conveniencia. Los consumidores encuestados se clasificaron por nivel socioeconómico (bajo, medio, alto), dependiendo de sus niveles de escolaridad, satisfactores materiales y servicios (número de televisores, teléfonos, autos, recámaras, baños y refrigerador), ingresos (en algunos casos), exposición a información/publicidad de los medios de comunicación sobre hongos comestibles, y su poder de compra. Se utilizaron algunos criterios adicionales del Banco de México (www.banxico.org.mx) y de la Asociación Mexicana de Agencias de Investigación de Mercados y Opinión (www.amai.org).

Calidad de los hongos comestibles

Se evaluó la calidad de los hongos comestibles comercializados en los puntos de venta de la región de estudio, en lo que respecta a olor, apariencia, consistencia, frescura, daño o maltrato, y presencia de mohos, bacterias, e insectos. Se diseñó una cédula de observación y se adquirieron muestras físicas de las especies disponibles para su análisis en el laboratorio. Se realizaron 1-2 muestreos anuales representativos en las ciudades de México, D.F. (50.4 %; n=1 228 observaciones) y Puebla (49.6 %; n=1 210 observaciones), durante 18 meses (mayo-diciembre,

2007; mayo-septiembre, 2008; septiembre, 2009; mayo, 2010; mayo-junio, 2011; abril, 2013; junio, 2014). Se estudiaron 16 puntos de venta: 8 mercados públicos (41.2 %), 4 en México, D.F., y 4 en Puebla; 5 supermercados (58.5 %) en las mismas cadenas comerciales de ambas ciudades (Chedraui, Wal-Mart, Comercial Mexicana, Superama, Bodega Aurrerá); una “tienda para trabajadores” en México, D. F. (“Sección 32”); y 2 tianguis (0.3 %) en ambas ciudades.

Bases de datos

Se analizaron diversas bases de datos oficiales, tanto nacionales como internacionales, sobre variables socioeconómicas y precios de hongos comestibles (periodo 1940-2014). En México, las principales bases consultadas fueron: 1) La Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos que publica INEGI cada 2 años (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, www.inegi.org.mx); 2) El Índice Nacional de Precios al Consumidor (INPC) que publicaba el Banco de México y actualmente el INEGI (www.banxico.org.mx; inegi.org.mx); y 3) Los niveles de salario mínimo publicados anualmente por la Comisión Nacional de Salarios Mínimos (CONASAMI) dependiente de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social (www.conasami.gob.mx). Otras fuentes de datos secundarios fueron: 4) SNIIM (Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados; www.economia-sniim.gob.mx) de la Secretaría de Economía, para la obtención diaria de precios de los champiñones frescos (*Agaricus*) al mayoreo en diferentes lugares del país; y 5) PROFECO (Procuraduría Federal del Consumidor; www.profeco.gob.mx), donde se pueden consultar mensualmente precios de productos de la canasta básica al consumidor. Los hongos comestibles todavía no están incluidos como producto básico o importante dentro de dichas bases de datos, con excepción del champiñón fresco (*Agaricus*). Para comparar el poder adquisitivo en diferentes años (1940-2002), los salarios mínimos (SM) y los precios de los alimentos y los hongos comestibles fueron deflactados. Las bases de datos internacionales fueron aquellas disponibles al público de forma electrónica [*e.g.*, *Department for Environment, Food and Rural Affairs*: www.defra.gov.uk, prices@defra.gsi.gov.uk; *Market AG*: <http://marketag.com/markets>; *National Agricultural Statistics Service*: www.nass.usda.gov; *U.S. Department of Labor*: www.dol.gov; *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO); <http://faostat.fao.org>].

Análisis estadístico

Para entender los patrones de consumo en los países en desarrollo es importante conocer la relación precio-consumo, ingreso-consumo, y percepciones/preferencias-consumo. En este caso, los datos se analizaron correlacionando algunas de las variables estudiadas utilizando la prueba estadística no paramétrica de Kruskal-Wallis (Malhotra, 2008), con el objeto de determinar los principales patrones que caracterizan a los consumidores mexicanos de hongos comestibles. El análisis de calidad de los hongos comestibles en el punto de venta se realizó en laboratorio y

una vez procesada la información se midieron sus niveles de significancia utilizando la misma técnica estadística.

III. Tendencias del consumo en series de tiempo

Perfil de las personas entrevistadas

Integrando los dos estudios anteriores de 2003-2007 (Mayett y Martínez-Carrera, 2010) con el presente análisis de 2011, en series de tiempo no uniformes, es notorio el incremento de consumidores de hongos comestibles pertenecientes a los niveles socioeconómicos medio (52.4 %) y alto (68.7 %). También aumentó la presencia de hombres en los puntos de venta (mercados públicos, tianguis, supermercados, muestras gastronómicas) de 44.9 % en términos globales, comparado con el 30.3 % en mujeres. Durante 2003-2011 en su mayoría fueron empleados independientes (233.3 %), comerciantes (128.0 %), profesionistas (55.8 %) o empleados en alguna institución (47.3 %). Aunque hubo una fuerte presencia de amas de casa en los 3 periodos estudiados, (del 43.8 % al 57.1 % del total de consumidores), el crecimiento global fue de 9.2 % durante 2003-2011. La presencia de personas mayores de 51 años creció 119.8 %, mientras que los adultos de 31-50 años aumentaron sólo 6 %, registrándose un decremento del 9.1 % en menores de 30 años. La escolaridad, considerando el análisis global 2003-2011, indicó un decremento de las personas sin estudios (−94.1 %) y con estudios de primaria (−20.8 %). Aumentaron notablemente las personas con estudios de postgrado (110.0 %), maestría (89.9 %), licenciatura (35.9 %) y secundaria (19.7 %). Esto establece un buen fundamento para mejorar la presentación y calidad del producto, como respuesta a un consumidor más exigente e informado (Tabla 1). Gran parte del perfil de los encuestados coincide con las cifras del conteo 2010 del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI; www.inegi.org.mx) y las conclusiones del mismo sobre estilo de vida reportado por el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL; www.coneval.gob.mx), relacionadas con la adquisición de alimentos en el hogar. Por un lado, se confirma que una alta proporción de hogares mexicanos están a cargo de mujeres, quienes manejan y deciden las finanzas del hogar. Por otro lado, también se constata la tendencia nacional de que la población urbana, como la aquí estudiada, muestra cambios en el estilo de vida, así como el acrecentamiento en el número de jefas de familia que demandan nuevas formas de alimentación, accesibles física, social y económicamente, las cuales sean acordes al escaso tiempo disponible para la elaboración de alimentos (CONEVAL, 2013). También se registraron otros perfiles importantes de consumidores que buscan nuevas presentaciones alimentarias (variedades, porciones, empaques, procesamientos, imagen), con base en sus estilos de vida, tales como los varones, los hogares unipersonales (9 %), los hogares ampliados (24 %), los hogares nucleares “tradicionales” (64 %) y los corresidentes (1 %) según clasificación del INEGI (www.inegi.org.mx).

Tabla 1. Análisis comparativo del perfil de los consumidores entrevistados de acuerdo al lugar de compra en la región central de México, en los periodos 2000-2003, 2004-2007, y 2007-2011.

Consumidor	Categoría	Frecuencia						Variación (%)		
		2003			2007			2011		
		Mercados públicos (n=241)	Tianguis (n=58)	Muestras gastronómicas (n=102)	Total (n=401)	Super-mercados (n=465)	Mercados públicos (n=363)	Tianguis (n=81)	Super-mercados (n=90)	Total (n=534)
Nivel socioeconómico ^a	Bajo	100	12	8	120	63	70	6	11	87
	Medio	119	27	20	166	153	172	41	40	253
	Alto	22	19	74	115	249	121	34	39	194
Género ^b	Mujeres	215	57	51	323	345	265	76	80	421
	Hombres	26	1	51	78	120	98	5	10	113
	≤ 30	36	9	32	77	68	59	4	7	70
Edad ^c	31-50	129	33	56	218	215	158	38	35	231
	> 51	76	16	14	106	182	146	39	48	233
	Sin estudios	15	1	1	17	6	1	-	-	1
Nivel de escolaridad ^d	Primaria	84	10	7	101	46	62	10	8	80
	Secundaria	53	6	7	66	65	59	6	14	79
	Preparatoria	51	18	9	78	97	70	17	19	106
	Licenciatura	34	21	64	119	225	140	46	40	226
	Postgrado	4	2	14	20	26	31	2	9	42
	Ama de casa	172	39	18	229	204	140	53	57	250
	Estudiante	3	1	11	15	11	12	2	3	17
Ocupación ^e	Comerciante	17	0	8	25	14	48	7	2	57
	Profesionista	11	4	37	52	121	64	7	10	81
	Empleado	35	13	26	74	115	87	8	14	109
	Independiente	3	1	2	6	-	12	4	4	20

Se encontraron diferencias significativas entre lugares (prueba de χ^2):

^a En 2000-2003: $p<0.05$; Pearson $\chi^2=145.7$. En 2004-2007: $p<0.05$; Pearson $\chi^2=154.95$, y entre ciudades: $p<0.05$; Pearson $\chi^2=20.97$. En 2011 se encontraron diferencias entre establecimientos (nivel de significancia=0.014).

^b En 2000-2003: $p<0.05$; Pearson $\chi^2=83.9$. En 2004-2007: $p<0.05$; Pearson $\chi^2=310.50$. En 2011 se encontraron diferencias entre establecimientos y entre ciudades (nivel de significancia=0.000).

^c En 2000-2003: $p<0.05$; Pearson $\chi^2=30.3$. En 2004-2007: $p<0.05$; Pearson $\chi^2=178.86$. En 2011 se encontraron diferencias entre establecimientos y ciudades (nivel de significancia=0.026).

^d En 2000-2003: $p<0.05$; Pearson $\chi^2=130.7$. En 2004-2007: $p<0.05$; Pearson $\chi^2=178.53$, y entre ciudades: $p<0.05$; Pearson $\chi^2=7.92$. En 2011, se encontraron diferencias con un nivel de significancia=0.016

^e En 2000-2003: $p<0.05$; Pearson $\chi^2=122.9$. En 2004-2007: $p<0.05$; Pearson $\chi^2=95.23$. En 2011 se encontraron diferencias entre ciudades (nivel de significancia=0.000 0).

Proporción de consumidores y no consumidores en la región de estudio

A diferencia de los primeros periodos estudiados (2003-2007), donde el incremento en el consumo de hongos comestibles era mayor en el nivel socioeconómico bajo (28.5 %), seguido del medio (24.0 %) y el alto (13.6 %), en el periodo 2007-2011 el nivel socioeconómico alto aumentó su consumo en 47.3 %, mientras que en el nivel medio fue de 29.6 % y en el nivel bajo de 5.8 % (Tabla 2). Esto pudo haber sido un efecto directo de la crisis económica y alimentaria registrada en 2007-2008 a nivel global, concentrándose el consumo en los niveles medio (80.1 %) y alto (84.7 %), a pesar de que el sector socioeconómico bajo ha sido consumidor consistente del producto estudiado (Figura 1). En las ciudades de México y Puebla se observaron incrementos notorios en el consumo de hongos comestibles durante 2003-2011, mientras que en la ciudad de Tlaxcala se registró un decremento del 20.2 % (Figura 2). Esto podría atribuirse al cierre de la planta productora de champiñones Alimentos Selectos de

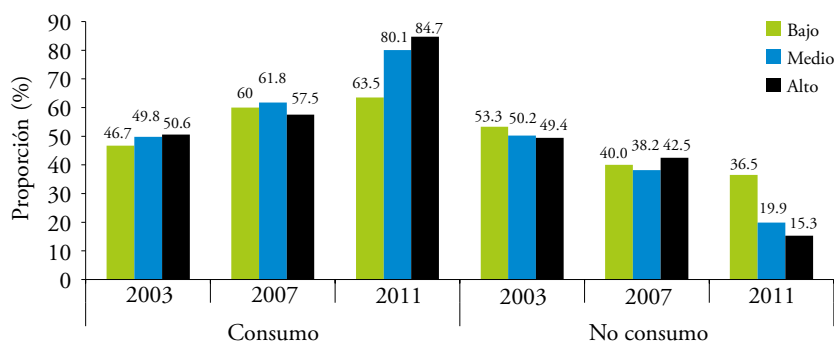


Figura 1. Consumo y no consumo de hongos comestibles por nivel socioeconómico bajo, medio y alto en la región de estudio, durante el período 2003-2011.

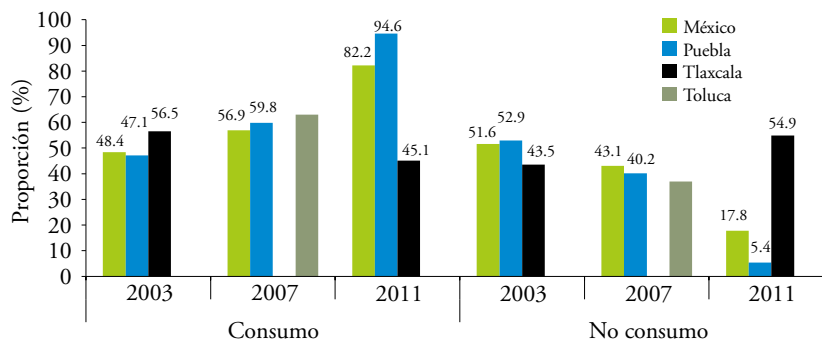


Figura 2. Consumo y no consumo de hongos comestibles por ciudad en la región central de México, durante el período 2003-2011.

Tabla 2. Proporción de consumidores de hongos comestibles en la región de estudio, de acuerdo a entrevistas (n=540) realizadas en mercados públicos, tianguis y ferias gastronómicas en el periodo 2000-2003; en supermercados (n=400) en el periodo 2004-2007; y en mercados, tianguis y supermercados (n=682) en el periodo 2007-2011.

Nivel socioeconómico	Edad (frecuencia)			Ciudad (Porcentaje del total)	Consumo de hongos comestibles (%)						Variación					
	2003	2007	2011		Consumo			No consumo			Consumo			No consumo		
					2003	2007	2011	2003	2007	2011	2003-2007	2007-2011	2003-2011	2003-2007	2007-2011	2003-2011
Bajo	20-40 (59) 41-60 (42) >60 (4)	20-40 (23) 41-60 (25) >60 (2)	20-40 (78) 41-60 (33) >60 (26)		46.7	60.0	63.5	53.3	40.0	36.5	+28.5	+5.8	+36.0	-24.9	-8.8	-31.5
Medio	20-40(200) 41-60 (60) >60 (1)	20-40(78) 41-60 (44) >60 (14)	20-40(158) 41-60 (112) >60 (46)		49.8	61.8	80.1	50.2	38.2	19.9	+24.0	+29.6	+60.8	-23.9	-47.9	-60.4
Alto	20-40(134) 41-60 (39) >60 (1)	20-40(133) 41-60 (72) >60 (9)	20-40(100) 41-60 (104) >60 (25)		50.6	57.5	84.7	49.4	42.5	15.3	+13.6	+47.3	+67.4	-13.9	-64.0	-69.0
Total	540	400	682		49.4	59.2	78.3	50.6	40.8	21.7	+19.8	+32.3	+58.5	-19.3	-46.8	-57.1
				México	48.4	56.9	82.2	51.6	43.1	17.8	+17.6	+44.5	+69.8	-16.4	-58.7	-65.5
				Puebla	47.1	59.8	94.6	52.9	40.2	5.4	+26.9	+58.2	+100.8	-24.0	-86.6	-89.8
				Tlaxcala	56.5	-	45.1	43.5	-	54.9	-	-	-20.2	-	-	+26.2
				Toluca	-	63.0	-	-	37.0	-	-	-	-	-	-	-

Tlaxcala, S.A. (Martínez-Carrera y López-Martínez de Alva, 2010), lo cual redujo la oferta y los precios accesibles a los consumidores locales. Al considerar la tendencia global de los 8 años analizados (2003-2011), el incremento general promedio del consumo de hongos comestibles fue del 58.5 % para los 3 niveles socioeconómicos (bajo: 36 %, medio: 60.8 %, alto: 67.4 %). Sin embargo, es necesario profundizar el análisis en futuros estudios con el objetivo de determinar las preferencias de consumo a nivel de especies y presentaciones.

Patrones de consumo

La tendencia por consumir hongos comestibles durante todo el año se incrementó significativamente en todos los niveles socioeconómicos; en promedio se registró un aumento del 53.3 % al 74.1 % (Tabla 3). Esto podría estar relacionado con el hecho de que la mayoría de los consumidores de todos los niveles socioeconómicos ya no asocian los hongos comestibles con la época de lluvias, tal y como ocurría hace tres décadas. Durante 2003-2011, los consumidores adquirieron hongos comestibles principalmente en supermercados y tianguis observándose un incremento global de 32.7 % y 12.8 %, respectivamente (Tabla 3). La preferencia por la compra del producto en mercados públicos apenas creció 1.3 % en ocho años, mientras que la adquisición en recauderías y otras alternativas mostró tendencias negativas superiores al 70 %. Esto podría relacionarse con la crisis experimentada por los mercados públicos en los principales centros urbanos, cuya utilización social ha disminuido a niveles críticos por servicios obsoletos (escasa disponibilidad de lugares para estacionamiento, horarios restringidos, imposibilidad de elegir mercancía, nula posibilidad de devoluciones, entre otras). En nuestra investigación en campo se constató que muchos de los mercados públicos visitados en 2003 habían reducido o eliminado la oferta de diversos productos en el 2011, particularmente de hongos comestibles. Este notorio rezago se ha tratado de resolver por distintas vías, al menos en el Distrito Federal con la creación de la Norma 29 promulgada en 2010 y posteriormente anulada en 2013 por la Suprema Corte de Justicia de la Nación, la cual pretendía apoyar el crecimiento de los mercados y limitar el de supermercados, tiendas de conveniencia, minisupers y/o bodegas express, (www.sedecodf.gob.mx). Sin embargo, la actual dinámica comercial del país, así como el notable crecimiento de éstos últimos, han permitido satisfacer adecuadamente el nuevo estilo de vida en las zonas urbanas del país. También es un hecho que en los mercados públicos las formas de venta no son óptimas, en comparación con los supermercados y los tianguis. En general los supermercados venden el producto más fresco, con mejor olor y apariencia, así como una mayor variedad de especies, marcas, y presentaciones (rebanados, empacados) que los mercados. En el estudio 2011 se encontró que en México, D.F., el producto es más fresco, de mejor consistencia, y con mayor variedad de especies y presentaciones que en la ciudad de Puebla y de Tlaxcala (nivel de significancia=0.000 a 0.002). En cuanto a la forma de consumir los hongos comestibles,

Tabla 3. Principales preferencias de los consumidores sobre los hongos comestibles en la región central de México (2003- 2011).

Aspectos estudiados	Categoría	Consumidores por nivel socioeconómico (%)									Promedio			Variación		
		Bajo			Medio			Alto								
		2003 [n = 120]	2007 [n = 63]	2011 [n = 87]	2003 [n = 166]	2007 [n = 153]	2011 [n = 253]	2003 [n = 115]	2007 [n = 249]	2011 [n = 194]	2003	2007	2011	2003-2007	2007-2011	2003-2011
Temporada del año en que prefiere consumirlos	Todo el año	53.6	70.6	72.9	56.1	76.1	74.2	50.3	79.9	75.0	53.3	75.6	74.1	+41.8	-2.0	38.9
	Primavera-verano	17.1	29.4	7.3	18.8	22.8	17.1	31.8	19.4	12.9	22.6	23.8	12.4	+5.3	-47.8	-45.1
	Otra	23.5 ^a	0.0	10.4	18.5 ^a	1.1	4.0	11.0 ^a	0.7	5.5	17.6 ^a	0.6	6.6	-96.6	1005.5	-62.3
	Lluvia	5.8	-	9.4	5.6	-	3.7	2.8	-	6.2	4.8	-	6.2	-	-	28.6
	Otoño-invierno	-	-	0.0	1.0	-	1.0	4.1	-	0.7	1.7	-	0.7	-	-	-57.3
Donde los compra ^b	Mercados públicos	79.1	44.3	76.3	70.5	36.5	67.3	52.0	27.7	68.1	67.2	36.1	68.1	-46.3	88.6	1.3
	Supermercados	6.2	54.3	12.9	10.4	59.6	20.0	27.6	66.0	25.7	14.7	60.0	19.5	+308.2	-67.5	32.7
	Tianguis	4.8	0.0	6.5	11.5	0.6	11.3	9.8	4.0	11.3	8.6	1.5	9.7	-82.6	546.7	12.8
	Recauderías	2.3	0.0	1.1	1.6	0.0	0.0	4.1	0.0	0.9	2.7	0.0	0.7	-100.0	-	-74.1
	Otra	7.8	1.4	3.2	6.0	3.3	1.5	6.5	2.3	1.4	6.8	2.4	2.0	-64.7	-16.7	-70.6
Forma en que prefiere consumirlos	Plato fuerte	95.0 ^c	75.0	31.5	85.0 ^c	70.0	20.2	66.3 ^c	69.6	15.8	82.2 ^c	71.5	22.5	-13.0	-68.5	-72.6
	Ensaladas-pizzas	5.0	25.0	68.5	15.0	30.0	79.8	33.7	30.4	84.2	17.8	28.5	77.5	+60.1	171.9	335.4

^a Los consumidores opinaron consumirlos cuando se les antojan, o depende del precio de los hongos, la calidad y la disponibilidad.^b Los consumidores opinaron consumir los mismos platillos que aquellos de la Tabla 4, excepto por quesadillas y sopas, además de los platillos tradicionales, en omelette y empanizados.^c No mencionaron para rellenar.

durante el periodo 2003-2011, se observó una mayor tendencia a comerlos en ensaladas, quesadillas, sopas y pizzas, en lugar de utilizarlos como guarnición en platos fuertes (Tabla 3).

En la Tabla 4 se muestran las preferencias y percepciones de los hongos comestibles por consumidores de distinto nivel socioeconómico, durante el periodo 2003-2011. Se aprecia un aumento del consumo de hongos comestibles cultivados en fresco (16.6 %), pero una fuerte caída del consumo de la presentación en lata (93.0 %). Este fenómeno tal vez tenga relación con la crisis económica y alimentaria internacional registrada en 2007-2008, ya que el consumo de productos procesados representa un mayor gasto. Las preferencias y percepciones relacionadas con los hongos silvestres continuaron siendo marginales, oscilando entre 0.4-10.5 %.

El *Agaricus* champiñón mostró una ligera caída (5.0 %) en las preferencias y percepciones de los consumidores de todos los niveles socioeconómicos durante 2003-2011. Probablemente esté vinculado al cierre de operaciones de las plantas productoras de champiñones de los Estados de Puebla (Agroproductores Biopremium, S.P.R. de R.L.) y Tlaxcala (Alimentos Selectos de Tlaxcala, S.A.) [Martínez-Carrera y López-Martínez de Alva, 2010]. Sin embargo, las nuevas variedades de *Agaricus* portobello y cremini mostraron un incremento del 100 % en las preferencias en el mismo periodo. Esto podría interpretarse como aceptación exitosa por los consumidores, sobre todo de aquellos pertenecientes a los niveles socioeconómicos medio (0.9 %) y alto (3.5 %), ya que en el estudio del 2003 el *Agaricus* portobello y cremini ni siquiera eran mencionados por los consumidores. El *shiitake* (*Lentinula edodes*) tuvo una tendencia similar durante los últimos años sobre todo en los niveles socioeconómicos medio (1.2 %) y alto (2.5 %). Debe señalarse que el incremento de la oferta de esta especie en el mercado avanza lentamente debido a que el número de productores consistentes es muy bajo. Las preferencias y percepciones de las “setas” (*Pleurotus*) se incrementaron moderadamente en 10.5 %, principalmente en los niveles socioeconómicos medio y alto.

En el periodo 2003-2011, la cantidad que los consumidores prefirieron adquirir fue de 0.5 a 1.9 kg, la cual tuvo un incremento del 25.6 %. Con respecto a futuras presentaciones, los consumidores de todos los niveles socioeconómicos se inclinaron por el producto fresco y deshidratado durante 2003-2011. Otras formas de procesamiento incrementaron su preferencia en 2011, tales como el guisado listo en los niveles socioeconómicos medio (7.0 %) y alto (9.0 %), productos deshidratados en los niveles medio (5.8 %) y alto (10.5 %), y otras formas alternativas (hongos rebanados, limpios/desinfectados, para botanas) en los niveles medio (3.1 %) y alto (4.5 %). Esto confirma los cambios en los estilos de vida y patrones alimentarios de la población urbana.

La percepción de la calidad de los hongos comestibles (sabor, apariencia) en la categoría de excelente disminuyó de manera importante en todos los niveles socioeconómicos (bajo, medio, alto), tendencia que muestra consumidores cada vez más exigentes y, sobre todo, más interesados en las características del producto (Tabla 4). En el estudio 2011 la mayoría de los

Tabla 4. Comparativo de preferencias y percepciones de hongos comestibles por los consumidores de todos los niveles socioeconómicos en la región central de México (2003-2011).

Aspectos estudiados	Categoría	Consumidores por nivel socioeconómico (%)														
		Bajo			Medio			Alto			Promedio		Variación por período			
		2003 [n=120]	2007 [n=63]	2011 [n=87]	2003 [n=166]	2007 [n=153]	2011 [n=253]	2003 [n=115]	2007 [n=249]	2011 [n=194]	2003	2007			2011	
Tipo de producto ^a																
	Fresco	87.2	35.4	80.3	76.2	74.5	93.9	63.1	92.7	89.9	75.5	67.5	88.0	-10.6	30.4	16.6
	Enlatado	9.6	64.6	-	20.2	24.6	1.1	34.1	7.0	3.4	21.3	32.1	1.5	+50.7	-95.3	-93.0
Hongos comestibles cultivados ^b	Silvestre	3.2	0	19.7	3.6	0.9	5.0	2.8	0.3	6.7	3.2	0.4	10.5	-87.5	2522.4	227.8
	<i>Agaricus champiñón</i>	84.6	84.3	79.5	81.7	81.2	73.7	67.1	86.0	66.3	77.7	83.8	73.2	+7.9	-11.9	-5.0
	<i>Agaricus portobello, cremini</i>	0	0	0	0	1.1	0.9	0	0.7	3.5	0	0.6	1.5		-13.4	100.0
Cantidad semanal ^f	<i>Pleurotus</i>	15.4	15.7	20.5	18.3	17.7	24.2	32.2	13.3	27.7	22.1	15.6	24.1	-29.4	56.5	10.5
	<i>Lentinula</i>	-	0	-	-	0	1.2	0.7	0	2.5	0.2	0	1.2	-100.0		550.0
	< 0.5 kg	46.3	47.8 ⁱ	41.8	43.8	58.0 ⁱ	44.3	45.3	70.0 ⁱ	46.6	45.1	58.6	44.2	+29.9	-24.5	-1.9
Sugerencias sobre futuras presentaciones ^c	0.5-1.9 kg	39.7	52.2 ⁱ	54.1	42.7	41.4 ⁱ	51.3	41.6	29.6 ⁱ	50.2	41.3	41.1	51.9	-0.5	26.2	25.6
	2.0-3.9 kg	10.3	0.0 ⁱ	4.1	10.4	0.6 ⁱ	3.7	8.0	0.4 ⁱ	3.2	9.6	0.3	3.7	-96.9	1120.6	-61.9
	≥ 4 kg	3.7	0.0 ⁱ		3.1	0.0 ⁱ	0.7	5.1	0.0 ⁱ	0.0	4.0	0.0	0.2	-100.0		-94.4
Calidad ^e (sabor, apariencia)	Fresco	77.4	83.5	90.0	63.9	86.8	82.9	37.8	78.7	75.0	59.7	83.0	82.6	+39.0	-0.4	38.4
	Guisado listo para servir	11.4	9.0	5.6	14.2	3.0	7.0	38.7	4.8	9.0	21.4	5.6	7.2	-73.8	28.2	-66.5
	Congelado	4.8	3.0	1.1	13.0	0	1.2	14.3	0.7	1.0	10.7	1.2	1.1	-88.8	-9.1	-89.8
Calidad ^e (sabor, apariencia)	Deshidratado	2.4	0	1.1	4.1	0.6	5.8	5.9	0.7	10.5	4.2	0.4	5.8	-90.5	1352.1	38.3
	Otras ^h	4.0	4.5	2.2	4.8	9.6	3.1	3.3	15.1	4.5	4.0	9.8	3.3	+145.0	-66.6	-18.1
	Excelente	40.8	39.8	18.6	44.9	35.6	31.1	41.0	38.8	24.3	42.2	38.1	24.7	-9.7	-35.3	-41.6
Calidad ^e (sabor, apariencia)	Buena	44.2	49.3	65.3	45.6	56.4	58.6	50.2	52.3	65.8	46.7	52.6	63.3	+12.6	20.2	35.4
	Regular	9.3	10.0	13.0	4.5	7.6	7.5	7.4	7.9	6.4	7.0	8.5	8.9	+21.4	5.2	27.8
	Depende donde se compren	5.3	0	1.9	4.1	0	2.2	1.2	0	2.5	3.5	0	2.2	-100.0		-37.3
Calidad ^e (sabor, apariencia)	Mala, muy mala	0.2	0.9	0.3	0.4	0.4	0.1	0.2	1.0	0.1	0.3	0.8	0.2	+166.7	-76.9	-38.4
	Desconocida	0.2	0	0.9	0.5	-	0.5	-	-	0.8	0.3	0	0.8	100.0		155.0

Tabla 4. Continuación.

Aspectos estudiados	Categoría	Consumidores por nivel socioeconómico (%)									
		Bajo			Medio			Alto			Variación por período
		2003 [n=120]	2007 [n=63]	2011 [n=87]	2003 [n=166]	2007 [n=153]	2011 [n=253]	2003 [n=115]	2007 [n=249]	2011 [n=194]	
Precio ^d	Muy caro o regular	75.0	42.6	33.3	75.0	40.7	30.1	76.6	35.6	30.0	2003-2007 -47.4
	Nada caro	8.1	57.4	50.0	16.7	58.1	51.7	21.2	63.3	51.1	2007-2011 -21.5
	Depende donde se compren	8.8	0	11.1	3.6	0.6	9.2	2.2	0.4	12.4	2003-2007 +289.5
	Igual que otros alimentos	8.1	0	5.6	4.7	0.6	8.9	-	0.7	6.4	2007-2011 -14.5
Valor nutricional y medicinal ^g	Desconocido	51.1	81.7	53.6	42.9	70.6	48.3	28.3	65.8	48.5	2003-2007 -93.9
	Muy alto, alto	30.6	12.7	28.5	44.6	21.6	38.2	63.8	26.4	37.5	2007-2011 3544.9
	Regular; bajo, muy bajo	18.3	5.6	17.9	12.5	7.8	13.6	7.9	7.8	13.9	2003-2007 -99.1
											2007-2011 1641.5
Valor nutricional y medicinal ^g											2003-2007 +78.2
											2007-2011 31.0
											2003-2007 -56.4
											2007-2011 -71.9
Valor nutricional y medicinal ^g											2003-2007 -45.0
											2007-2011 -113.0
											2003-2007 -58.7
											2007-2011 232.9
Valor nutricional y medicinal ^g											2003-2007 -93.9
											2007-2011 3544.9
											2003-2007 -99.1
											2007-2011 1641.5
Valor nutricional y medicinal ^g											2003-2007 +78.2
											2007-2011 31.0
											2003-2007 -56.4
											2007-2011 -71.9
Valor nutricional y medicinal ^g											2003-2007 -45.0
											2007-2011 -113.0
											2003-2007 -58.7
											2007-2011 232.9

Se encontraron diferencias significativas entre niveles socioeconómicos (prueba de Kruskal-Wallis):

^a En 2003; $p < 0.05$; $\chi^2 = 71.47$. En 2004-2007; $p < 0.05$; $\chi^2 = 6.26$.

^b En 2003; $p < 0.05$. $\chi^2 = 11.07$.

^c Sobre futuras presentaciones; en 2003; $p < 0.05$. $\chi^2 = 39.28$.

^d En 2003; $p < 0.05$. $\chi^2 = 30.64$. En 2011 se encontraron diferencias entre ciudades con un nivel de significancia = 0.003.

^e Se encontraron diferencias significativas entre todos los actores de la cadena (productores, minoristas, restaurantes, puestos de tacos, consumidores). *Agaricus* champiñón fresco: $p < 0.05$; $\chi^2 = 28.7$. *Pleurotus* fresco: $p < 0.05$; $\chi^2 = 16.8$. En 2011, se encontraron diferencias entre niveles socioeconómicos y entre ciudades con un nivel de significancia = 0.002 y 0.019, respectivamente.

^f No se encontraron diferencias significativas entre niveles socioeconómicos.

^g En este apartado se combinaron hongos comestibles cultivados, enlatados y silvestres. En 2004-2007 se encontraron diferencias significativas entre niveles socioeconómicos para valor nutricional de *Agaricus*: $p < 0.05$; $\chi^2 = 6.73$; para *Pleurotus*: $p < 0.05$; $\chi^2 = 9.74$; y para valor medicinal de *Agaricus*: $p < 0.05$; $\chi^2 = 6.58$. En 2011 se encontraron diferencias entre ciudades respecto al valor nutricional con un nivel de significancia = 0.043.

^h Enlatados, rebanados, limpios/desinfectados, botanas, escaldados.

ⁱ En 2004-2007, se encontraron diferencias significativas entre niveles socioeconómicos: $p < 0.05$; $\chi^2 = 15.18$.

consumidores (63.3 %) consideró la calidad de los hongos comestibles como buena, mientras que una baja proporción la ubicó como regular (8.9 %), dependiendo de dónde se compren (2.2 %), mala o muy mala (0.2 %), y desconocida (0.8 %). En el estudio 2011 la percepción de buena o regular mejoró por nivel socioeconómico, siendo mayor en los niveles medio y alto que en el bajo (significancia=0.002). El estudio de calidad realizado en los diferentes puntos de venta, mostró que ésta es buena en promedio (34.9 %); en particular la ponderación es de 49.1 % olor, 28.1 % frescura, 28.2 % apariencia, 34.4 % consistencia. Complementariamente se registró un promedio de 76.2 % en cuanto a la ausencia de daño o contaminación del producto: nulo daño/maltrato (31.1 %), ausencia de mohos (98.0 %), bacterias (77.7 %), insectos (98.0 %). Por ello es altamente recomendable realizar un adecuado manejo en cosecha y postcosecha del producto (inocuidad, transporte, almacenamiento, refrigeración, empaque, anaquel, entre otros), con el objetivo de mejorar los estándares de calidad al consumidor.

Una vez integrando los 3 estudios (2003-2011) se puede apreciar que la percepción del precio de los hongos comestibles favorece su adquisición ya que la tendencia a considerarlos muy caros o regularmente caros ha disminuido (−58.7 %), pasando de 75.5 % a 31.2 %, respectivamente; contrariamente los consumidores lo consideran nada caro (232.9 %), depende dónde se compren (123.2 %) o igual que otros alimentos (62.0 %) [Tabla 4]. En 2011 la opinión sobre un precio caro fue de mayor proporción en el D.F., comparativamente con Puebla y Tlaxcala. Por su parte, la opinión sobre el valor nutricional y medicinal de los hongos comestibles sigue siendo baja, registrándose una proporción de 65.2 % de consumidores que los consideran con valor desconocido, regular, bajo, o muy bajo. Este hecho representa una ventana de oportunidad importante para promover el consumo de los hongos comestibles en el país.

Precios

En congruencia con la percepción de los consumidores de que los hongos comestibles no son muy caros, puede afirmarse que efectivamente el precio histórico ha perdido valor, no sólo en términos absolutos donde sufrió una caída de 8.43 % en el periodo 2003 a 2014 y de 85.6 % durante 1940 a 2014, sino también en términos relativos con respecto a otros productos de amplio consumo popular, excepto el jitomate que en el periodo 2003-2014 tuvo una pérdida de 30.80 % (Tabla 5). Aunque se ha registrado una pérdida del 14.03 % en el poder adquisitivo del salario real de 2003 a 2014, el verdadero efecto de la disminución en la capacidad de compra se ha presentado en los productos que experimentaron una alza de precio (*i.e.*, carne de res, leche, arroz y azúcar). Esto demostró que el *Agaricus* champiñón está más al alcance del consumidor, aunque todavía continúa siendo un producto caro junto con otras especies de hongos comestibles, al compararse con otros productos de amplio consumo popular (Figura 3). Los precios promedio al consumidor registrados en los puntos de venta siguen limitando su consumo, por ejemplo, el *shiitake* fresco (*Lentinula edodes*) se vende en \$ 16.47 USD/kg, el *Agaricus*-portobello

Tabla 5. Decremento del precio promedio real^{1,2} promedio de los champiñones (*Agaricus*) al consumidor, así como aquel de otros alimentos seleccionados de amplio consumo popular en México.

Período de depreciación	Año	Salario real (USD) ³	<i>Agaricus</i> champiñón (USD/kg) ⁴	Variación anual del precio de <i>Agaricus</i> champiñón (%)	Producto (USD/kg) ⁵			
					Carne de res	Leche (USD/L)	Arroz	Jitomate
	1940	11.40	24.78		4.50	1.20	1.53	1.45
	1950	6.24	21.23	-14.33	5.15	0.85	1.47	1.02
	1960	7.45	18.27	-13.94	7.20	0.96	1.45	0.83
	1970	12.07	17.87	-2.19	8.26	1.02	1.63	0.75
	1980	12.98	16.13	-9.74	9.94	0.69	1.51	0.67
	1990	6.14	3.25	-79.85	4.87	0.65	1.41	0.63
	2000	4.05	5.08	56.31	3.32	0.81	0.83	0.77
1940- 2000 (%)		-64.5	-79.5		-26.2	-32.5	-45.8	-26.1
	2001	4.10	3.66	-27.95	3.25	0.80	0.72	0.76
	2002	4.11	3.40	-7.10	3.19	0.76	0.70	0.70
	2003	5.23	3.89	14.30	3.62	0.87	0.86	0.92
	2004	5.01	5.80	49.13	3.40	0.86	1.25	0.94
	2005	5.21	4.32	-25.39	4.19	0.95	1.23	0.96
	2006	5.20	3.84	-11.26	3.86	0.96	0.93	1.14
	2007	5.12	4.24	10.63	4.35	0.87	1.19	0.74
	2008	4.12	3.14	-26.09	3.57	0.85	1.50	0.64
	2009	4.31	3.68	17.42	4.29	0.94	1.58	1.58
	2010	4.57	4.19	13.80	6.20	1.05	1.42	1.91
	2011	4.79	4.00	-4.59	6.57	1.03	1.35	1.38
	2012	4.36	4.01	0.27	6.46	0.96	1.18	1.07
	2013	4.50	3.80	-5.24	6.41	0.99	1.05	1.11
	2014	4.49	3.56	-6.35	5.94	0.97	1.30	0.95
2003-2014 (%)		-14.03	-8.43		64.24	11.51	50.95	2.91
1940- 2014 (%)		-60.6	-85.6		32.1	-19.2	-15.3	-34.8

USD= Dólares. L=Litro.

¹ Precios deflactados. Índice general. Base 2a. quincena 2010= 100 a partir de 2003 (www.banxico.org.mx).

² Banco de México. Tipo de cambio utilizado de 1940 a 2002=\$9.66. De 2003-2008 se utilizaron los tipos de cambio siguientes: 2003=\$10.82; 2004=\$11.33; 2005=\$10.90; 2006=\$10.92; 2007=\$11.08; 2008=\$13.81; 2009=\$13.52; 2010=\$12.34; 2011=\$11.80; 2012=\$13.34; 2013=\$13.03; 2014=\$12.96.

³ Salarios nominales de la CONASAMI (www.conasami.gob.mx).

⁴ Período 1940-2002 de acuerdo con Mayett *et al.* (2006). Período 2003-2011, 2014, datos de Profeco (www.profeco.gob.mx), del Gobierno del Distrito Federal y la Secretaría de Desarrollo Económico (www.sedeco.df.gob.mx). 2012 y 2013 promedio estimado de precios anteriores.

⁵ Período 1940-2002 de acuerdo con Mayett *et al.* (2006). Período 2003-2014, datos Profeco (www.profeco.gob.mx), del Gobierno del Distrito Federal y la Secretaría de Desarrollo Económico (www.sedeco.df.gob.mx). Se seleccionaron los siguientes productos: carne de res molida popular o milanesa de res; leche Alpura, Boreal o Lala clásica; arroz en bolsa de 1 kg; azúcar morena estándar en bolsa de 2 kg; jitomate saladete o bola.

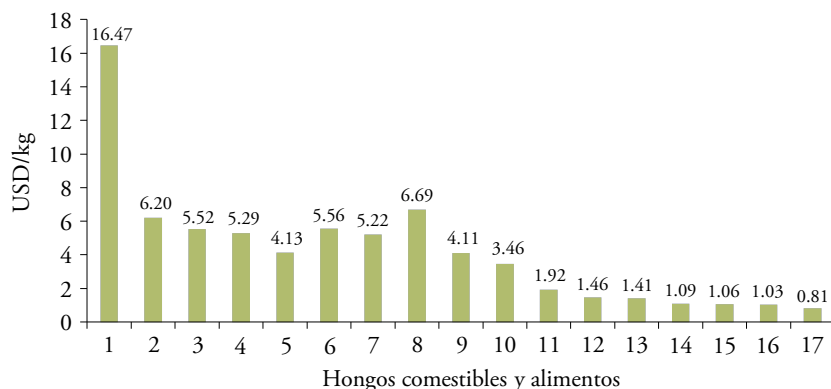


Figura 3. Comparación de precios al consumidor (promedio 2014) de los hongos comestibles en la región central de México, con respecto a otros alimentos de amplio consumo popular. Precios promedio por kilogramo registrados en este estudio y en bases de datos. 1: *Shiitake* fresco (*Lentinula edodes*). 2: *Agaricus*-portobello fresco. 3: “Setas” frescas (*Pleurotus*). 4: *Agaricus*-cremini fresco. 5: *Agaricus* enlatado (promedio: entero, rebanado, trozos, escabeche). 6: Cuitlacoche. 7: *Agaricus*-champiñón fresco. 8: Carne de res (2014: promedio de retazo con hueso y milanesa). 9: Pollo (pierna y muslo). 10: Aguacate. 11: Huevo (docena). 12: Arroz (empacado). 13: Frijol (empacado). 14: Leche (litro). 15: Azúcar morena (precio de base de datos). 16: Nopal. 17: Jitomate. Tipo de cambio: USD \$1.00=\$12.96 pesos.

fresco en \$ 6.20 USD/kg, el *Agaricus*-cremini fresco en \$ 5.29 USD/kg, el *Agaricus* enlatado (promedio: entero, rebanado, trozos, escabeche) en \$ 4.13 USD/kg, el *Agaricus*-champiñón fresco en \$ 5.22 USD/kg, las “setas” frescas (*Pleurotus*) en \$ 5.52 USD/kg, y el cuitlacoche (*Ustilago maydis*) en \$ 5.56 USD/kg (Figura 3). Esto contrasta con los precios de la carne de res (\$ 6.69 USD/kg), el pollo (\$ 4.11 USD/kg), el aguacate (\$ 3.46 USD/kg), el huevo (\$ 1.92 USD/kg), el arroz (\$ 1.46 USD/kg), el frijol (\$ 1.41 USD/kg), la leche (\$ 1.09 USD/L), el azúcar (\$ 1.06 USD/kg), el nopal (\$ 1.03 USD/kg), y el jitomate (\$ 0.81 USD/kg). Los altos precios al consumidor continuarán afectando el consumo de los hongos comestibles, aunque se espera que en el corto plazo se incremente la oferta principalmente en las zonas urbanas de la región central u otras zonas del país, a través de la producción local o de las importaciones de producto fresco y procesado. También se aumentará la oferta de otros alimentos sustitutos (variedades, presentaciones) y complementarios o alternativos más económicos (*e.g.*, legumbres y otros alimentos frescos procesados).

Lo anterior también se aprecia al observar el patrón de precios de hongos comestibles frescos al mayoreo: desde 1996 la región central (B) era en promedio la proveedora de champiñones más económica (\$ 2.65 USD/kg), hasta 2011 (\$ 2.19 USD/kg); sin embargo, en 2014 fue la segunda región más cara alcanzando un precio promedio de \$ 3.13 USD/kg.

La región del sureste del país (A) presentó los precios promedio más altos de champiñones al mayoreo (\$ 3.59 USD/kg) durante todo el periodo estudiado (1996-2014), en virtud del alto costo para trasladarlos en avión desde la región central del país y el relativamente bajo consumo (Mayett y Martínez-Carrera, 2010). Por su parte, la región norte del país (D) registró el precio promedio más bajo de \$ 2.85 USD/kg de champiñones al mayoreo (Tabla 6). Esto parcialmente obedece al alto volumen de importaciones procedentes de E.U.A. que experimenta dicha región (Mayett y Martínez-Carrera, 2010). En general, el precio corriente de los champiñones frescos al mayoreo experimentó una caída de 44.6 % durante los últimos 20 años (1994: \$ 5.65 a 2014: \$ 3.13 USD/kg), así como del 86.3 % en su precio real considerando el tipo de cambio de cada año (1994: \$ 20.37 a 2014: \$ 2.79), tal y como puede apreciarse en la Figura 4 y Tabla 9.

A pesar de haberse encontrado un incremento importante en la diversidad de especies y marcas de hongos comestibles durante 2003-2007, en 2014 prácticamente desaparecieron del mercado las especies importadas denominadas *shimeji* (*Hypsizygus* spp.) y *enoki* (*Flammulina*

Tabla 6. Precios de los champiñones frescos (*Agaricus*-champiñón) al mayoreo en México, mostrando su variación comparativa por regiones para los periodos 1996-2002; 2003-2008; 2009-2011; 2012- 2014 (USD¹/kg).

Zona (Estado)	1996-2002	2003-2008			2009-2011			2012-2014		
	Rango (Promedio)	Mín	Máx	P	Mín	Máx	P	Mín	Máx	P
Región A (Sureste: Oaxaca, Quintana Roo, Tabasco, Yucatán)	3.35-5.43 (4.39)	1.31	5.24	3.27	0.09	6.78	3.44	2.93	4.24	3.59
Región B (Centro: Guanajuato, Hidalgo, México, Morelos, Puebla, Querétaro, Veracruz)	2.33-2.97 (2.65)	0.46	3.04	2.23	0.47	3.90	2.19	2.39	3.86	3.13
Región C (Occidente: Guerrero, Jalisco, Michoacán, Nayarit)	2.34-3.16 (2.75)	1.89	3.04	2.41	0.64	4.07	2.36	2.70	3.47	3.09
Región D (Norte: Baja California, Durango, Nuevo León, San Luis Potosí)	2.40-5.08 (3.74)	1.68	4.08	2.88	0.51	3.81	2.16	2.31	3.38	2.85

Mín=Mínimo. Máx=Máximo. P=Promedio.

¹ Tipo de cambio fijo para 1996-2002. Tipo de cambio variable de acuerdo con cada año para 2003-2014.

Fuente: promedios calculados con base en los datos del SNIIM (www.economia-sniim.gob.mx). El número de Estados por región puede variar según el año.

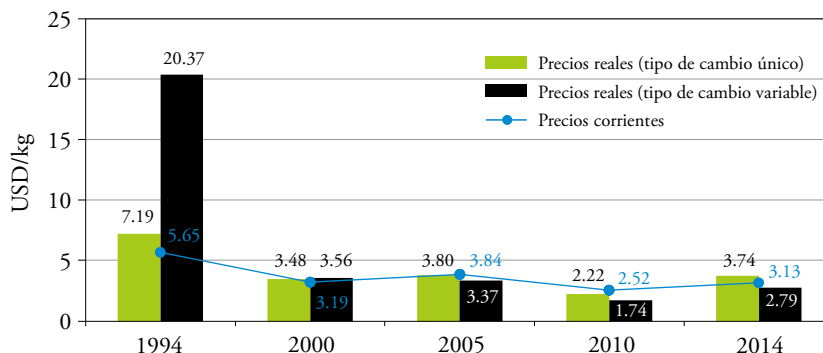


Figura 4. Análisis comparativo del precio corriente y el precio real de los champiñones frescos al mayoreo (*Agaricus champiñón*) en México, durante el período 1994-2014. Precios en dólares americanos. Tipo de cambio único (2002): USD \$1.00=MN \$9.66 pesos. Tipos de cambio utilizados: único (de 1994-2014): USD \$1.00=MN \$9.66 pesos. Tipo de cambio de cada año: 1994=MN \$3.41; 2000=MN \$9.45; 2005=MN \$10.90; 2010=MN \$12.34; 2014=MN \$12.96.

velutipes). Esto debido a su elevado precio (Tabla 7), así como al efecto de la crisis económica y alimentaria en ese periodo. Es importante resaltar la inversión de las empresas importadoras por desarrollar mercado y tratar de incrementar la oferta de hongos comestibles, aunque no fue el mejor momento. En contraste, el cuilacoche (*U. maydis*) apareció de manera consistente en el mercado a partir del 2008 y se ha mantenido e incrementado su oferta hasta 2014, en buena parte debido a la innovación tecnológica que permitió su producción controlada. Es notable la presencia de variedades y marcas que continúan dominando los puntos de venta y distribución en la región de estudio tales como Monte Rey (44.0 %), Monte Blanco (20.0 %) y Leben (9.3 %). Este poder de mercado, así como los problemas de producción en las plantas, han desplazado diversas marcas de hongos comestibles frescos empacados y registrados en 2011 (Mayett *et al.*, 2012), tales como Los Aztecas, Gourmet, Vía Verde, Hongos Selectos Doña Petrita, GPL, y Biopremium. Sin embargo, también han surgido recientemente nuevas marcas: El Dorado, Nutrihongos, La Lomita y NutriZeta. Estas marcas representan cerca del 26.7 % de la oferta en los puntos de venta.

Al comparar los precios al consumidor entre ciudades, son notorias las diferencias registradas (USD): *Agaricus champiñón* fresco (México, D.F.: \$ 4.18; Puebla: \$ 4.08); *Pleurotus* (México, D.F.: \$ 5.31; Puebla: \$ 5.81). El precio también varió dependiendo del lugar de compra: mercados públicos (*Agaricus champiñón* fresco: \$ 3.51-3.86; *Pleurotus* fresco: \$ 3.09-4.42); y supermercados (*Agaricus champiñón* fresco: \$ 4.31-4.85; *Pleurotus* fresco: \$ 7.19-7.53). Nótese la diferencia en precio del mismo producto entre mercados públicos y supermercados. Vale la pena resaltar el desarrollo de mercado para especies introducidas consistentemente en la última década, tales como *Agaricus portobello/portobellini*, *Agaricus cremini*, y el *shiitake* (*Lentinula*)

Tabla 7. Precios reales promedio al consumidor de los hongos comestibles (*Agaricus*, *Flammulina*, *Hypsizygus*, *Lentinula*, *Pleurotus*, *Ustilago*) en la región central de México (2002-2014), observados y registrados principalmente en tianguis, mercados públicos y supermercados en los Estados de México, Puebla y Tlaxcala. Los datos corresponden a producto fresco (a menos que se especifique de otro modo), y representan sólo el promedio general del centro del país.

Nombre comercial	Nombre científico	2002 ⁴			2008-2009 (a)			2010- 2011 (b)			2012- 2014 (c)			VP b/c (%)	VD b/c (%)			
		MN/kg	USD/kg	PR	MN/kg	USD/kg	PR	MN/kg	USD/kg	PR	MN/kg	USD/kg	PR			VP a/c (%)	VD a/c (%)	
		PR			PC	PR		PC	PR		PC	PR						
Champiñón (bases de datos) ¹	<i>A. bisporus</i> (blanco)	32.84	3.40	29.49	21.59	1.60	47.30	32.42	2.75	50.17	71.71	51.90	46.13	3.56	53.20	55.06	29.72	22.75
Champiñón (observado)	<i>A. bisporus</i> (blanco)	29.88	3.09	44.42	32.52	2.41	55.86	38.29	3.24	17.74	34.44	53.56	47.61	3.67	31.70	34.33	19.58	11.72
Champiñón enlatado ^{1,2}	<i>A. bisporus</i> (blanco)	37.41	3.87	43.90	32.14	2.38	71.53	49.03	4.16	52.55	74.58	68.46	60.90	4.70	47.22	49.36	19.49	11.49
Champiñón portobello	<i>A. bisporus</i> (café)	55.82	5.78	59.29	43.40	3.21	66.09	45.30	3.84	4.38	19.63	80.38	71.45	5.51	39.26	41.74	36.60	30.31
Champiñón cremini/portobellini	<i>A. bisporus</i> (café)	56.11	5.81	68.40	50.07	3.70	71.09	48.73	4.13	-2.68	11.62	71.55	63.60	4.91	21.27	24.64	23.38	15.89
Champiñón orgánico	<i>A. bisporus</i> (blanco)	-	-	83.39	61.04	4.51	124.50	85.34	7.23	39.81	60.34	-	-	-	-	-	-	-
"Seras" (blanca, gris café)	<i>P. spp.</i> (blanco, gris, café)	42.13	4.36	54.71	40.05	2.96	66.66	45.69	3.87	14.08	30.74	72.03	64.02	4.94	37.44	40.08	28.63	21.66
"Seras" enlatadas ³	<i>P. spp.</i>	-	-	126.65	92.71	6.86	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Shiitake</i> (fresco)	<i>L. edodes</i>	92.26	9.55	125.00	91.50	6.77	250.00	171.36	14.52	87.28	114.49	213.44	189.7	14.64	51.77	53.76	9.67	0.82
<i>Shiitake</i> (deshidratado)	<i>L. edodes</i>	-	-	599.00	438.47	32.43	500.00	342.73	29.04	-21.84	-10.45	-	-	-	-	-	-	-
<i>Shimeji</i>	<i>H. spp.</i>	-	-	650.00	475.81	35.19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Enoki</i>	<i>F. velutipes</i>	-	-	364.00	266.45	19.71	700.00	479.82	40.66	80.08	106.29	-	-	-	-	-	-	-
Quitlacoche (Huitlacoche)	<i>U. maydis</i>	-	-	66.60	48.75	3.61	66.11	45.31	3.84	-7.06	6.37	67.64	60.12	4.64	18.91	22.20	24.63	17.24

MN=Moneda nacional (pesos mexicanos). USD=Dólares americanos. PR=Precios reales. PC=Precios corrientes. VP=Variación del precio real (pesos). VD=Variación del precio real (dólares).

¹ Fuente: Gobierno del Distrito Federal, Secretaría de Desarrollo Económico (www.sedeco.df.gob.mx) y Profeco (www.profeco.gob.mx).

²Trocitos, enteros, rebanados y en escabeche.

³ “Setas” en salmuera. Presentación de 290 g.

⁴ Mayett *et al.* (2006).

que anteriormente se vendían principalmente en los supermercados; al día de hoy se encontraron disponibles principalmente en México, D.F., en los mercados San Juan y Jamaica.

Con respecto al periodo 2008-2012, en el 2014 se observó que la ganancia marginal es cada vez menor en las diferentes presentaciones de hongos comestibles, aunque muestren un incremento en su precio real. Esto puede interpretarse como una pérdida continua de valor en el mediano plazo, lo que obligará a diseñar mecanismos para modificar su utilidad ante el consumidor. Por ejemplo, el *Agaricus* champiñón ganó 71.7 % de su precio real entre 2008 y 2011, pero de 2012 a 2014 el incremento fue de sólo 22.7 % (Tabla 7). La pérdida en términos reales del precio de venta al consumidor, ya sea por la baja demanda generada por la crisis económica o por la competencia con los productos importados, representa una fuerte presión para las empresas del sector, sobre todo las medianas y pequeñas. Esto explica en parte la reconfiguración que ha sufrido este sector entre 2010-2014 (Martínez-Carrera y López-Martínez de Alva, 2010), caracterizado por la reciente venta y traspasos de empresas productoras de hongos comestibles. Esta situación puede generar beneficios en el corto plazo, ya que incrementar la utilidad de las empresas productoras requerirá no sólo de hacer más eficientes los procesos productivos y la distribución del producto, sino también de aumentar el número de consumidores, desarrollando nuevos segmentos de mercado. Esta sería la tendencia más deseable, sin embargo, también podría generarse una situación regresiva como la observada en décadas previas a 1990, cuando existía gran poder de mercado y el manejo monopólico del precio. En países con un sistema de producción-consumo más maduro y con altos niveles de producción, se logran precios de los hongos comestibles más accesibles a los diferentes niveles socioeconómicos y la calidad es alta. Aportan a esta situación el alto nivel tecnológico y de capacitación en todos los procesos productivos, diversos mecanismos gubernamentales (de apoyo y regulatorios), la certeza institucional en la comercialización (organización de productores en asociaciones). Se facilitan así los recursos para investigación y desarrollo, el aumento de infraestructura, la eficiencia en los mecanismos de distribución del producto, y el despliegue de estrategias de mercado en beneficio del consumidor y de los diversos actores que participan en el sistema de producción-consumo. Esto explica por qué el precio promedio del *Agaricus* champiñón fresco al mayoreo en México, para el periodo 1999-2014, fue uno de los más altos del mundo (\$ 3.13 USD/kg), en comparación con E.U.A. (\$ 2.62 USD/kg) e Inglaterra (\$ 2.95 USD/kg). En general, sólo Australia (\$ 6.08 USD/kg) y Canadá (\$ 3.57 USD/kg) tienen precios al mayoreo más caros que México, mientras que E.U.A., Alemania, Inglaterra, China, Polonia, España y Francia ofrecen el producto más barato (Tablas 8-9).

IV. Estrategias para promover el consumo y su relevancia para la seguridad alimentaria

Las investigaciones socioeconómicas desarrolladas por los autores durante los últimos 25 años han demostrado que la cadena agroalimentaria emergente de los hongos comestibles, funcionales

Tabla 8. Promedio de precios al mayoreo del *Agaricus champiñón* en México (nivel nacional) para el período 1997-2014, comparado con aquellos reportados de otros países (USD/kg).

Año	Norteamérica			Europa					Australia ^f	Asia China ^h
	México ^a	E.U.A. ^b	Canadá ^f	Gran Bretaña ^{c, d, f}	Polonia ^f	España ^f	Francia ^f	Alemania ^f		
1997	2.40	2.07	2.21	1.48	.91	.96	.95	1.99	2.82	2.31
1998	2.15	2.11	2.09	1.75	.86	.98	.91	2.05	2.53	2.32
1999	2.99	2.15	2.06	2.13	.76	.98	.89	1.36	2.58	1.69
2000	3.19	2.14	2.16	1.68	.75	.88	.77	1.36	2.38	1.57
2001	3.00	2.13	3.01 ^c (2.05 ^f)	1.33	0.85 ^c (.76 ^f)	.88	.73	1.89	2.35 ^f	1.23
2002	3.01	2.32	3.04 ^c (2.03 ^f)	1.50	0.86 ^c (.77 ^f)	.83	.74	1.62	2.58 ^e (2.52)	1.73
2003	3.16	2.25	2.48	2.50	.84	1.00	.88	2.48	3.17	1.64
2004	3.07	2.29	2.57	2.59	1.01	1.30	.96	2.58	3.49	1.73
2005	3.84	2.27	2.88	2.24	1.12	1.40	1.06	2.32	3.85	2.09
2006	3.07	2.25	2.90	2.25	1.16	1.42	0.96	2.34	4.21	1.99
2007	3.32	2.46	3.08	2.11	1.39	1.56	1.16	2.75	5.09	2.28
2008	2.71	2.53	4.15	2.08	1.96 ^c	1.70	3.28 ^c	2.62	5.01	2.52
2009	2.29	2.49	3.65	1.95	1.74	1.26	2.76 ^g	2.66	4.56	1.96
2010	2.52	2.57	3.29 ^f	2.18	1.36	1.28	1.20	2.51	5.23	0.62
2011	3.34	2.51	3.57 ^f	1.72	1.46	1.43	1.34	2.47	6.08	1.22
2012	2.77	2.60	nd	2.35	nd	nd	nd	nd	nd	nd
2013	2.89	2.62	nd	2.44	nd	nd	nd	nd	nd	nd
2014	3.13	2.62	nd	2.95	nd	nd	nd	nd	nd	nd

USD=Dólares; nd=no disponible.

^a Promedio anual del SNIIM (www.economia-sniim.gob.mx); datos a diciembre. Tipo de cambio en pesos mexicanos (USD \$ 1.00): 1997=\$7.91; 1998=\$9.14; 1999=\$9.55; 2000=\$9.45; 2001=9.33; 2002=\$9.66; 2003=\$10.82; 2004=\$11.33; 2005=\$10.90; 2006=\$10.92; 2007=\$11.08; 2008=\$13.81; 2009=13.52; 2010=\$12.35; 2011=\$11.80; 2012=13.34; 2013=13.03; 2014=12.96.

^b *National Agricultural Statistics Service* (www.nass.usda.gov), datos a julio para “*Agaricus*”.

^c www.agribusinessonline.com.

^d *Department for Environment, Food and Rural Affairs* (DEFRA; defra.gov.uk); datos a diciembre. Reanalizados 2004-2014 con cifras de: prices@defra.gsi.gov.uk

^e De acuerdo a Seymour y Brownlee (2004).

^f *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO); precios al productor en dólares por tonelada, clasificados como “hongos y trufas (truffles)” (<http://faostat.fao.org>).

^g *United States Department of Agriculture* (www.ams.usda.gov).

^h Promedio anual del SNIIM (www.economia-sniim.gob.mx).

Tabla 9. Análisis comparativo del precio corriente y el precio real de los champiñones frescos al mayoreo (*Agaricus champiñón*) en México, durante el período 1994-2014. Precios en dólares americanos. Tipo de cambio único (2002): USD \$1.00=\$9.66 pesos.

Precios	1994	2000	2005	2010	2014
Corrientes	5.65	3.19	3.84	2.52	3.13
Reales (tipo de cambio único)	7.19	3.48	3.80	2.22	3.74
Reales (tipo de cambio variable)	20.37	3.56	3.37	1.74	2.79

y medicinales en México, aunque ha crecido aceleradamente, requiere todavía de un mayor desarrollo endógeno y competitividad internacional. Actualmente, la cadena está caracterizada por un sistema oligopólico orientado por los productores y desarrollado prácticamente desde 1976 (Martínez-Carrera *et al.*, 2005), en el cual un número reducido de empresas y un gran número de pequeños productores ofrecen los mismos productos o similares; la entrada de nuevas empresas es complicada, y sólo algunas tienen influencia importante en la generación de los precios. En virtud de la demanda de hongos comestibles en el país, una estrategia recurrente de estas empresas con gran poder de mercado consiste en limitar la oferta para mantener los precios relativamente altos, incrementar las ganancias, así como controlar la competencia y el desarrollo del mercado. Esta situación aunada al creciente volumen de importaciones, la mayor oferta y mejor precio de productos sustitutos, ha generado un verdadero estancamiento de la cadena, convirtiendo a los hongos comestibles en un producto marginal y poco accesible a la sociedad. Por ello la importancia de promover ampliamente el consumo de hongos comestibles por la sociedad, con el objetivo de que el crecimiento de la demanda permita superar el estancamiento actual y evolucionar hacia un sistema empresarial más diversificado, orientado básicamente al consumidor, con una derrama para productores pequeños y medianos, además de las grandes empresas como ya ocurre en diversos países.

Se propone una estrategia general para promover el consumo de hongos comestibles en México con dos ejes centrales: 1) El establecimiento de estrategias orientadas a incrementar la frecuencia de consumo en la población que ya los considera como parte de su dieta (promedio 2003-2011: 62.3 %), así como integrar al sector poblacional no consumidor (promedio 2003-2011: 37.7 %); y 2) Enfocar la estrategia de promoción en las propiedades funcionales y medicinales de los hongos comestibles, como características socialmente relevantes y propias de este alimento de origen microbiano. La meta viable en el mediano plazo de una estrategia de esta naturaleza dirigida a todos los niveles socioeconómicos sería incrementar el consumo *per cápita* de 0.620 kg/año a 1.0 kg/año. Considerando una oferta nacional estimada de hongos comestibles cultivados de 69 726 toneladas anuales (Martínez-Carrera *et al.*, 2012), incluyendo la producción nacional y las importaciones menos las exportaciones, dicha meta implicaría incrementar la oferta a 112 336.5 ton/año; es decir, 42 609.8 ton más de las producidas actualmente. Existen

las condiciones tecnológicas en el país para aumentar gradualmente la producción nacional de hongos comestibles en esa magnitud. Incluso se considera posible organizar un cluster exitoso con sólida base institucional en la región central del país, integrando grandes empresas y pequeños productores de los Estados de Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, México, Morelos, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Tlaxcala, y Veracruz (Martínez-Carrera *et al.*, 2012). Asimismo, también existe el potencial de consumo entre la población consumidora y no consumidora de hongos comestibles, el cual requiere ser desarrollado. Si se incluye el consumo semanal de hongos comestibles, funcionales y medicinales (200 g), independientemente de la especie, el costo de la canasta normativa alimentaria sólo se incrementaría en 2.34 % (Martínez-Carrera *et al.*, 2012). Como ejemplo de otras regiones del mundo, en España el consumo *per cápita* de hongos comestibles se ha estimado en alrededor de 1.1 kg/año, con un nivel de producción de más o menos 92 000 toneladas y una población de 47.2 millones de personas. Otros países de la Unión Europea tienen un consumo *per cápita*, hasta *ca.* 3.0 kg/año, de acuerdo con datos de la *International Society for Mushroom Science*. Impulsar y fortalecer el desarrollo endógeno de la cadena agroalimentaria de los hongos comestibles, funcionales y medicinales en México beneficiará a productores y consumidores, así como a la sociedad en general.

En la actualidad, las necesidades nacionales demandan la generación de políticas públicas sobre seguridad alimentaria y de salud, en virtud de la situación paradójica que involucra a grandes sectores de la población con graves carencias en su alimentación, mientras que otros sectores presentan problemas de obesidad y sobrepeso (Diario Oficial de la Federación, 2013; Secretaría de Salud, 2010). La heterogeneidad social, económica y regional de México, por su complejidad cultural y diversidad de actores, dificulta la implementación de cualquier política pública en esas materias. Esta complejidad aumenta si se considera que todos los sectores socioeconómicos están expuestos a un gran volumen de alimentos chatarra a bajo costo, aunque se reconocen los recientes esfuerzos de incremento presupuestal a los programas sectoriales y medidas fiscales en favor de la salud de la población.

En este contexto se considera que una estrategia para la promoción y el consumo de alimentos con alto valor nutricional y funcional, sobre todo para sectores vulnerables de la población, debe ser una prioridad nacional en el corto plazo. De igual forma, es fundamental una mayor infraestructura y eficiencia en la distribución (canales y redes logísticas) para garantizar accesibilidad de alimentos en todas las regiones del país. Idealmente, la promoción del consumo de los hongos comestibles que se propone debería estar integrada dentro de una estrategia nacional de este tipo. Sin embargo, todavía no está claro el proceso, ni la integración sería sencilla. Una vía que se ha propuesto es incorporar los hongos comestibles a la canasta alimentaria (Martínez-Carrera *et al.*, 2012), ya que a pesar de su relevancia todavía no están considerados y no son tomados en cuenta en la mayoría de las bases de datos oficiales. Esta acción estratégica sería relevante para colocar a los hongos comestibles como alternativa en

el panorama alimentario del país. Además, por supuesto, deberán implementarse acciones simultáneas, transversales y diferenciadas (por edades, nivel socioeconómico, regiones) para promover el consumo, tales como:

- 1) Mejoramiento de la calidad del producto (procesamiento, empaque, certificaciones).
- 2) Manejo del producto en anaquel.
- 3) Estudio de los patrones de consumo y hábitos alimenticios de la población en áreas rurales, urbanas y por regiones considerando usos, costumbres y diversidad de la dieta.
- 4) Estrategias específicas por perfil del consumidor (edad, género, dinámica laboral, nivel, consumidor o no de hongos comestibles), por producto (especie, presentación, empaque), por precio, por mercado (físicos, electrónicos), y tipo de comunicación (electrónica, medios masivos, difusión escrita).
- 5) Análisis del mercado externo.

Sin embargo, en este escenario debe considerarse que existen un gran número de factores asociados que ejercen un efecto significativo sobre su decisión de compra y la conducta posterior a ella. En este punto pueden mencionarse las características individuales del consumidor (percepción, cultura, subcultura, estilo de vida, personalidad, autoestima), las influencias sociales (grupos de referencia, familia, roles, estatus), factores psicológicos (motivación, percepción, aprendizaje, creencias, actitudes), y el proceso mismo de decisión del consumidor (evaluación de las diferentes alternativas de productos alimenticios y no alimenticios) [Kotler y Armstrong, 2007].

Aunque los patrones alimenticios y el consumo de la población son fenómenos multifactoriales complejos, afectados no tan sólo por la mercadotecnia, sino también por diversos aspectos políticos, sociales y económicos, se espera que a futuro el consumo de los hongos comestibles, funcionales y medicinales se incremente en México y finalmente se integre al consumo familiar cotidiano, tomando en cuenta sus propiedades benéficas para la salud, la tendencia histórica en la disminución de su precio y la cada vez mayor disponibilidad, estabilidad y acceso para el consumidor (Martínez-Carrera *et al.*, 2012).

Literatura citada

- Aguilar, A., D. Martínez-Carrera, A. Macías, M. Sánchez, L. I. de Bauer & A. Martínez. 2002. Fundamental trends in rural mushroom cultivation in Mexico and their significance for rural development. Pp. 421-431. *En: Proceedings IV International Conference on Mushroom Biology and Mushroom Products*. Eds. J. E. Sánchez, G. Huerta & E. Montiel. World Society for Mushroom Biology and Mushroom Products, Cuernavaca.
- Chang, S. T. & P. G. Miles. 2004. *Mushrooms: Cultivation, Nutritional Value, Medicinal Effect, Environmental Impact*. CRC Press, Boca Raton. 451 pp.
- Churchill, G. A. & T. J. Brown. 2007. *Basic Marketing Research*. Thomson South-Western, Kendalville. 593 pp.

- CONEVAL. 2013. Prioridades de Desarrollo Social para el Plan Nacional de Desarrollo. Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social, México, D.F. 42 pp. (www.coneval.gob.mx).
- Diario Oficial de la Federación. 2013. Programa Sectorial de Salud 2013-2018. Diciembre 12. México, D.F. (www.dof.gob.mx).
- Hernández, R., C. Fernández & P. Baptista. 2010. Metodología de la Investigación. 5ta. ed., McGraw-Hill, México, D.F. 613 pp.
- INEGI. 2013. <http://www.inegi.gob.mx>
- INEGI. 2007a. Anuario de Estadísticas por Entidad Federativa. Gobierno Federal, Aguascalientes. 642 pp.
- INEGI. 2007b. Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH). Gobierno Federal, Aguascalientes (disco compacto).
- INEGI. 2001. Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH). Gobierno Federal, Aguascalientes. 519 pp.
- INEGI. 2000. Estadísticas Históricas de México (I-II). Gobierno Federal, Aguascalientes. 944 pp.
- Kotler, P. & G. Armstrong. 2007. Marketing. Pearson Educación. México, D.F. 655 pp.
- Malhotra, N. 2008. Investigación de Mercados, un Enfoque Aplicado. 5ta. ed. Prentice Hall, México, D.F. 864 pp.
- Martínez-Carrera, D. 2002. Current development of mushroom biotechnology in Latin America. *Micología Aplicada International* 14:61-74.
- Martínez-Carrera, D. 2000. Mushroom biotechnology in tropical America. *International Journal of Mushroom Sciences* 3:9-20.
- Martínez-Carrera, D. & L. López-Martínez de Alva. 2010. Historia del cultivo comercial de hongos comestibles en México II: éxitos y fracasos durante el período 1991-2009. Pp. 513-551. *En: Hacia un Desarrollo Sostenible del Sistema de Producción-Consumo de los Hongos Comestibles y Medicinales en Latinoamérica: Avances y Perspectivas en el Siglo XXI*. Eds. D. Martínez-Carrera, N. Curvetto, M. Sobal, P. Morales & V. M. Mora. Red Latinoamericana de Hongos Comestibles y Medicinales-COLPOS-UNS-CONACYT-AMC-UAEM-UPAEP-IMINAP, Puebla.
- Martínez-Carrera, D., A. Aguilar, W. Martínez, P. Morales, M. Sobal, M. Bonilla & A. Larqué-Saavedra. 1998. A sustainable model for rural production of edible mushrooms in Mexico. *Micología Neotropical Aplicada* 11:77-96.
- Martínez-Carrera, D., A. Larqué-Saavedra, M. Aliphat, A. Aguilar, M. Bonilla & W. Martínez. 2000. La biotecnología de hongos comestibles en la seguridad y soberanía alimentaria de México. Pp. 193-207. *En: Memorias II Foro Nacional sobre Seguridad y Soberanía Alimentaria*. Eds. I. Higuera & A. Larqué-Saavedra. Centro de Investigación y Desarrollo de Alimentos, Hermosillo.
- Martínez-Carrera, D., D. Nava, M. Sobal, M. Bonilla & Y. Mayett. 2005. Marketing channels for wild and cultivated edible mushrooms in developing countries: the case of Mexico. *Micología Aplicada International* 17:9-20.
- Martínez-Carrera, D., M. Sobal, P. Morales, W. Martínez, M. Martínez & Y. Mayett. 2004. Los Hongos Comestibles: Propiedades Nutricionales, Medicinales, y su Contribución a la Alimentación Mexicana, el Shiitake. Colegio de Postgraduados, Puebla. 44 pp.
- Martínez-Carrera, D., N. Curvetto, M. Sobal, P. Morales & V. M. Mora (Eds.). 2010. *Hacia un Desarrollo Sostenible del Sistema de Producción-Consumo de los Hongos Comestibles y Medicinales en Latinoamérica: Avances y Perspectivas en el Siglo XXI*. Red Latinoamericana de Hongos Comestibles y Medicinales-COLPOS-UNS-CONACYT-AMC-UAEM-UPAEP-IMINAP, Puebla. 648 pp.
- Martínez-Carrera, D., P. Morales, E. Pellicer-González, H. León, A. Aguilar, P. Ramírez, P. Ortega, A. Largo, M. Bonilla & M. Gómez. 2002. Studies on the traditional management, and processing of matsutake mushrooms in Oaxaca, Mexico. *Micología Aplicada International* 14:25-42.
- Martínez-Carrera, D., P. Morales, M. Sobal & A. Larqué-Saavedra. 1992. ¿Reconversión en la industria de los hongos? *TecnoIndustria* 7:52-59.

- Martínez-Carrera, D., P. Morales, M. Sobal, M. Bonilla & W. Martínez. 2007. México ante la globalización en el siglo XXI: el sistema de producción-consumo de los hongos comestibles. Capítulo 6.1, pp. 209-224. *En: El Cultivo de Setas Pleurotus spp. en México*. Eds. J. E. Sánchez, D. Martínez-Carrera, G. Mata & H. Leal. ECOSUR, México, D.F.
- Martínez-Carrera, D., P. Morales, M. Sobal, M. Bonilla, W. Martínez & Y. Mayett. 2012. Los hongos comestibles, funcionales y medicinales: su contribución al desarrollo de las cadenas agroalimentarias y la seguridad alimentaria en México. Pp. 449-474. *En: Memorias Reunión General de la Academia Mexicana de Ciencias: Ciencia y Humanismo (Agrociencias)*. Academia Mexicana de Ciencias, México, D.F.
- Martínez-Carrera, D., P. Morales, M. Sobal, S. T. Chang & A. Larqué-Saavedra. 1991a. Edible mushroom cultivation for rural development in tropical America. Pp. 805-811. *En: Science and Cultivation of Edible Fungi*. Ed. M. J. Maher. A. A. Balkema, Rotterdam.
- Martínez-Carrera, D., R. Leben, P. Morales, M. Sobal & A. Larqué-Saavedra. 1991b. Historia del cultivo comercial de los hongos comestibles en México. *Ciencia y Desarrollo* 96:33-43.
- Mayett, Y. & D. Martínez-Carrera. 2010. El consumo de los hongos comestibles y su relevancia en la seguridad alimentaria de México. Pp. 293-329. *En: Hacia un Desarrollo Sostenible del Sistema de Producción-Consumo de los Hongos Comestibles y Medicinales en Latinoamérica: Avances y Perspectivas en el Siglo XXI*. Eds. D. Martínez-Carrera, N. Curvetto, M. Sobal, P. Morales & V. M. Mora. Red Latinoamericana de Hongos Comestibles y Medicinales-COLPOS-UNS-CONACYT-AMC-UAEM-UPAEP-IMINAP, Puebla.
- Mayett, Y., D. Martínez-Carrera, M. Sánchez, A. Macías, S. Mora & A. Estrada. 2006. Consumption trends of edible mushrooms in developing countries: the case of Mexico. *Journal of International Food and Agribusiness Marketing* 18:151-176.
- Mayett, Y., D. Martínez-Carrera, M. Sobal, P. Morales & M. Bonilla. 2012. Mushroom prices and their effect on consumption: the case of Mexico. *Micología Aplicada Internacional* 24:11-26.
- Pellicer-González, E., D. Martínez-Carrera, M. Sánchez, M. Aliphath & A. Estrada. 2002. Rural management and marketing of wild edible mushrooms in Mexico. Pp. 433-443. *En: Proceedings IV International Conference on Mushroom Biology and Mushroom Products*. Eds. J. E. Sánchez, G. Huerta & E. Montiel. World Society for Mushroom Biology and Mushroom Products, Cuernavaca.
- Secretaría de Salud. 2010. Acuerdo Nacional para la Salud Alimentaria. México, D.F. (www.salud.gob.mx).
- Smith, J. E., N. J. Rowan & R. Sullivan. 2002. Medicinal mushrooms: a rapidly developing area of biotechnology for cancer therapy and other bioactivities. *Biotechnology Letters* 24:1839-1845.
- Wasser, S. P. 2002. Medicinal mushrooms as a source of antitumor and immunomodulating polysaccharides. *Applied Microbiology and Biotechnology* 60:258-274.

Se terminó de imprimir en enero de 2016, en
Printing Arts México, Guadalajara, Jalisco, México
El tiraje consta de 1 000 ejemplares

Con el impulso de las grandes revoluciones científico-tecnológicas, el proceso de globalización en el mundo ha dado origen a una crisis civilizatoria de carácter multidimensional, porque no sólo es social y económica, sino también ecológica, energética y alimentaria. Su magnitud afecta los pilares que sustentan la supervivencia humana, sobre todo si se considera el fenómeno del cambio climático. En este contexto, el Sistema Agroalimentario de México es un componente estratégico para garantizar la seguridad alimentaria, la seguridad nacional y el desarrollo sustentable de la sociedad.

México tiene una condición privilegiada en el mundo. Cuenta con un acervo histórico que concentra una gran riqueza cultural, notable sustento alimentario por haber sido centro de origen de la agricultura, amplia diversidad biológica, un patrón alimentario de los más diversos que existen, y abundantes recursos naturales. Esta condición garantizó por siglos la dieta de la población mexicana, cumpliendo con los principios fundamentales de una alimentación sana y equilibrada. Sin embargo, las asimetrías ocasionadas por el contexto internacional y la complejidad de las políticas públicas establecidas durante las últimas décadas han generado cambios radicales en la producción de alimentos, así como en los principios que sustentaban la dieta de la población, a nivel nacional y regional, convirtiendo a México en un importador agroalimentario neto.

En este libro, los expertos más reconocidos en diversas disciplinas abordan, de manera integral y a profundidad, el Sistema Agroalimentario de México, analizando los ejes temáticos de sociedad y alimentación, alimentos y recursos base, alimentos y salud, así como de alimentos, sociedad y cultura. Asimismo, de manera específica, se abordan los sistemas agroalimentarios sustentables de origen vegetal, animal y microbiano. Se argumenta la necesidad de generar un enfoque transversal que promueva la producción y el consumo de alimentos con impacto no sólo en la dieta y la salud humana, sino que también formen parte de la cultura de la población.

También se plantea la conformación de un sistema nacional integrado de instituciones relacionadas con la ciencia, tecnología e innovación en el sector agroalimentario, el cual permita concentrar las investigaciones en los ejes temáticos de mayor relevancia, así como transferir de manera eficiente el conocimiento generado. La construcción de un enfoque de esta naturaleza es impostergable, ya que los alimentos serán cada día más estratégicos en la economía mundial y el futuro de la humanidad.



Editorial del Colegio
de Postgraduados



COLEGIO DE
POSTGRADUADOS
Campus Puebla



Fundación
COLPOS



IMINAP, A.C.



CONACYT

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología



ISBN 978-607-715-314-6



9 786077 153146

Martínez-Carrera
Ramírez Juárez
Editores

Ciencia, Tecnología e Innovación en
el Sistema Agroalimentario de México