

Los Hongos Comestibles, Funcionales y Medicinales:

Aportación a la Dieta, la Salud, la Cultura, al Ambiente, y al
Sistema Agroalimentario de México



Daniel Martínez-Carrera
Yésica Mayett Moreno
María Rosa Maimone Celorio
Editores

bba

Los Hongos Comestibles, Funcionales y Medicinales:

Aportación a la Dieta, la Salud, la Cultura, al Ambiente, y al
Sistema Agroalimentario de México

Daniel **Martínez-Carrera**
Yésica **Mayett Moreno**
María Rosa **Maimone Celorio**
Editores



Editorial del Colegio
de Postgraduados



COLEGIO DE
POSTGRADUADOS

AGRICULTURA
SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL



CONACYT
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología



CENTRO DE BIOTECNOLOGÍA DE ALIMENTOS
CONACYT, SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL

bba BIBLIOTECA BÁSICA
DE AGRICULTURA

Título de la obra:

Los hongos comestibles, funcionales y medicinales

Aportación a la dieta, la salud, la cultura, al ambiente, y al sistema agroalimentario de México

1a. Edición, 2022

Edición original por:

Colegio de Postgraduados

Editorial del Colegio de Postgraduados

Dirección editorial:

Said Infante Gil

Editores:

© Daniel Martínez-Carrera

Yésica Mayett Moreno

María Rosa Maimone Celorio

Propiedad de:

Colegio de Postgraduados

Carretera México-Texcoco km 36.5

Montecillo, Texcoco, 56230, Estado de México

Diseño de interiores y portada:

Claudia Brenda Camacho López

ISBN: 978-607-715-447-1

© 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*.

Impreso en México - *Printed in Mexico*

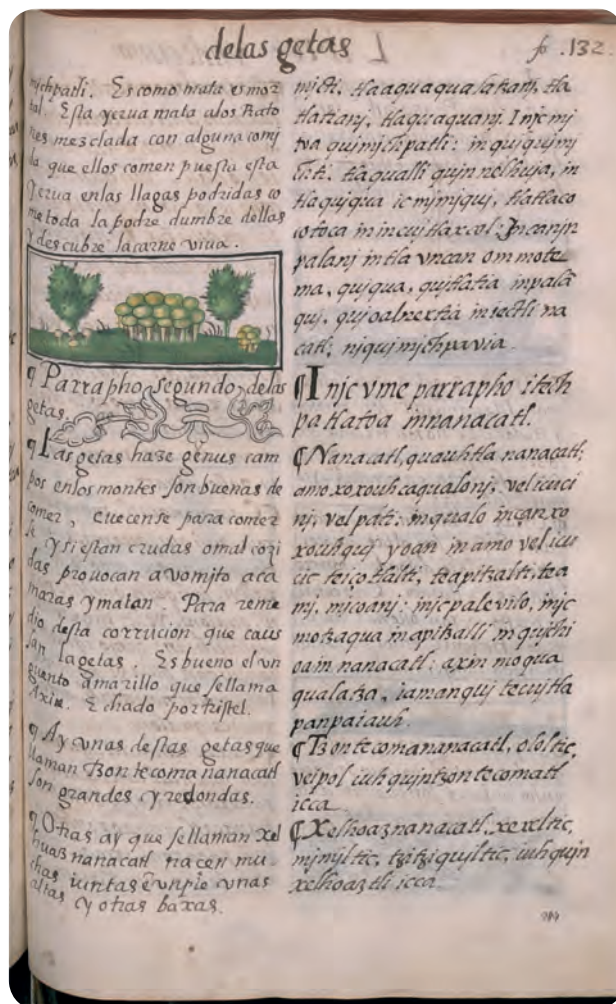
Primer registro en nahuatl y español antiguos sobre la cultura de consumo de los hongos comestibles en México, incluyendo excelentes ilustraciones y estableciendo los lugares donde crecen (campos, montes, páramos, árboles) y la época del año, sus características morfológicas, nombres comunes, y cocinado. Esta relevancia cultural se ha mantenido y enriquecido hasta nuestros días a través de las generaciones, representando la continuidad y el fundamento de su evolución y aportaciones futuras a la sociedad mexicana y al mundo.

Sahagún, Bernardino de, [1577] *Historia General de las Cosas de Nueva España, Il Codice Fiorentino della Biblioteca Medicea Laurenziana*, Florencia, Italia. Volumen III, Libro XI, fo. 132 recto y fo. 132 verso. Acceso digital: World Digital Library/Library of Congress Web Archive:
<https://www.loc.gov/item/2021667837/>

Fo. 132 recto (paráfrasis)

Párrafo segundo de las/ setas./

Las setas hacen genus [en] cam/ pos, en los montes. Son buenas de/ comer, cuécense para comer/ se y si están crudas o mal coci/ das, provocan a vómito a ca/ maras y matan. Para reme/ dio de esta corrupción que cau/ san las setas. Es bueno el un/ güento amarillo que se llama/ Axin. Echado por tristel./ Hay unas de estas setas que/ llaman *Tzontecoma nanacatl*/ son grandes y redondas./ Otras hay que se llaman *Xel/huas nanacatl* nacen mu/ chas juntas e[n] un pie, unas/ altas y otras bajas.



Primer registro en nahuatl y español antiguos sobre la cultura de consumo de los hongos comestibles en México, incluyendo excelentes ilustraciones y estableciendo los lugares donde crecen (campos, montes, páramos, árboles) y la época del año, sus características morfológicas, nombres comunes, y cocinado. Esta relevancia cultural se ha mantenido y enriquecido hasta nuestros días a través de las generaciones, representando la continuidad y el fundamento de su evolución y aportaciones futuras a la sociedad mexicana y al mundo.

Sahagún, Bernardino de, [1577] *Historia General de las Cosas de Nueva España, Il Codice Fiorentino della Biblioteca Medicea Laurenziana*, Florencia, Italia. Volumen III, Libro XI, fo. 132 recto y fo. 132 verso. Acceso digital: World Digital Library/Library of Congress Web Archive:
<https://www.loc.gov/item/2021667837/>

Fo. 132 verso (paráfrasis)

Hay otras setas que se lla/ man *Chimal nanacatl*, son an/ chas y redondas a manera/ de platos. Todas estas setas/ son comestibles y han de ser muy/ cocidas para comerse./ Hay otras setas que se lla/man *Menanacatl*, son blancas/ y redondas, no son recias de/ cocer presto se cuecen, y tam/ bién se asan en comales, y son/ muy sabrosas./ Otras se llaman *Zacanana catl*. Estas son altas de pies/ y tienen el pie delgado. Son re/ dondas y llanas. Cuecen de presto y son buenas de co/ mer. Hazense en los páramos cuando comienzan las aguas./ Hay otras setas que se llaman/ *Quauh nanacatl* porque se nacen/ en los árboles, son buenas de co/ mer asadas y cocidas.



Prefacio

La alimentación constituye una de las actividades, necesidades y preocupaciones más relevantes de las sociedades humanas. Desde su origen, la sobrevivencia y la alimentación humana han estado ligadas de manera indisoluble. La complejidad y el tamaño de las sociedades actuales han permitido la conformación de sistemas agroalimentarios para satisfacer la creciente demanda de alimentos de la población. Sin embargo, en las próximas décadas, los efectos adversos del cambio climático (menor disponibilidad de agua, mayores temperaturas, fenómenos meteorológicos extremos, pérdida de diversidad biológica) y la degradación ambiental amenazan con generar graves disrupciones en los sistemas de producción de alimentos a nivel global, así como en los usos, costumbres, hábitos y patrones alimentarios de la humanidad. La agricultura, cuya funcionalidad y fortalecimiento mediante la domesticación de plantas y animales se ha mantenido por más de 10,000 años, deberá evolucionar rápidamente para enfrentar los nuevos retos que imponga el cambio inevitable de las condiciones ambientales, considerando los límites planetarios. Se plantea como prioridad promover el desarrollo de sistemas agroalimentarios más eficientes, resilientes, sostenibles, y socialmente incluyentes, así como mejorar y diversificar la producción incluyendo alimentos de origen microbiano, es decir, integrar los principales reinos de la naturaleza (*Plantae*, *Animalia*, *Fungi*).

Los hongos comestibles, funcionales y medicinales son un alimento tradicional de origen microbiano consumido en México desde épocas prehispánicas, como se demuestra al inicio de este libro con las primeras descripciones en nahuatl y español antiguos, realizadas por Bernardino de Sahagún en 1577. Actualmente, constituyen una alternativa de alimentación con gran potencial y diversidad, ya que se han registrado más de 250 especies diferentes consumidas en diversas regiones del país. La utilización de subproductos agrícolas, agroindustriales y forestales como sustrato para su cultivo, permite el bioreciclaje de los residuos lignocelulósicos derivados de la agricultura disminuyendo su huella ecológica. El desarrollo de la biotecnología para la producción comercial de hongos comestibles, funcionales y medicinales, a pequeña y gran escala, es bastante reciente. Durante el período 1933-1994, el sector empresarial logró establecer exitosamente las tecnologías de producción de champiñones (*Agaricus*), setas (*Pleurotus*) y shiitake (*Lentinula*), promoviendo ampliamente el mercado nacional y formando los recursos humanos necesarios para el desarrollo de la cadena agroalimentaria microbiana emergente de los hongos comestibles, funcionales y medicinales. La apertura comercial del país, durante 1994-2018, promovió altos niveles de inversión y la expansión significativa del sistema de producción-consumo, con la presencia de nuevos competidores nacionales y extranjeros. En esta nueva etapa, surgió la necesidad intrínseca de participación de nuevos actores para promover el

desarrollo endógeno del sistema. El presente libro documenta el punto de inflexión que representa la consolidación y diversificación del sector académico como actor relevante de la cadena agroalimentaria microbiana emergente de los hongos comestibles, funcionales y medicinales en México, cuyos esfuerzos iniciales se remontan a 1984 con las primeras publicaciones sobre el cultivo *in vitro* de los recursos genéticos nativos. Actualmente, las acciones y aportaciones más significativas del sector académico, que involucran el esfuerzo de cuando menos tres generaciones, son: 1) La generación de conocimiento científico sobre las propiedades funcionales y medicinales de los recursos genéticos nativos (inmunomoduladoras, anticancerígenas, hipocolesterolémicas, anti-inflamatorias, hepatoprotectoras, antidiabéticas, neuroprotectoras, antioxidantes, prebióticas, anti-ateroesclerosis, antihipertensivas, antitrombóticas, antibióticas), el cual es fundamental para promover una alimentación saludable personalizada, así como para incrementar el consumo de hongos comestibles y sus productos biotecnológicos en el país. 2) El desarrollo de tecnologías e innovaciones institucionales y sociales para la producción y procesamiento de especies novedosas de hongos comestibles, funcionales y medicinales apreciados por la población. 3) La integración de los hongos comestibles, funcionales y medicinales al sistema agroalimentario nacional, como un súper alimento de origen microbiano que debe formar parte de una dieta sana, completa y equilibrada para promover la salud y el bienestar de la sociedad mexicana. 4) Haber promovido la inversión del sector público en infraestructura y programas de apoyo al sector social, incluyendo productores a nivel familiar, mujeres rurales, comunidades campesinas e indígenas, organizaciones sociales, emprendedores, empresas, instituciones, y programas públicos de seguridad alimentaria, alimentación y salud, proyectos productivos, y desarrollo sustentable.

La integración de los sectores académico, público, social, y empresarial consolida la competitividad nacional e internacional de la cadena agroalimentaria microbiana emergente de los hongos comestibles, funcionales y medicinales en México, permitiendo cada vez más un mayor acceso de la sociedad a este importante alimento fúngico de alta calidad nutricional, funcional y medicinal. Asimismo, se tienen bases sólidas en el sistema de producción-consumo para enfrentar los efectos adversos de la pandemia global COVID-19, la desaceleración económica mundial, el cambio climático, y la degradación ambiental, contribuyendo así no solamente a la seguridad alimentaria de las generaciones presentes y futuras, sino también a la seguridad nacional.

Los editores

Ciudad de Puebla, Puebla, México
Julio, 2022

Los Hongos Comestibles, Funcionales y Medicinales: Aportación a la Dieta, la Salud, la Cultura, al Ambiente, y al Sistema Agroalimentario de México

Comité Científico Editorial*

Daniel Martínez-Carrera

Editor ejecutivo

Colegio de Postgraduados (CP), *Campus* Puebla,
Centro de Biotecnología de Hongos Comestibles, Funcionales y Medicinales (CB-HCFM)

Sandra L. Romero-Córdoba

Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM),
Instituto de Investigaciones Biomédicas,
Departamento de Medicina Genómica y Toxicología

Hermilo Leal Lara

Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM),
Facultad de Química, Departamento de Alimentos y Biotecnología

Yésica Mayett Moreno

Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla (UPAEP),
Programa de Postgrado en Dirección de Organizaciones

Isaac Tello Salgado

Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM),
Centro de Investigaciones Biológicas

Gerardo Mata Montes de Oca

Instituto de Ecología, A.C. (INECOL),
Unidad de Biotecnología de Hongos Comestibles y Medicinales

* Comité Científico Editorial multidisciplinario e interinstitucional. Libro dictaminado a través de un riguroso proceso de evaluación por pares de cada uno de sus capítulos, doble ciego, con base en los estándares del campo de conocimiento.

José E. Sánchez Vázquez

El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR)

María Eugenia Meneses Álvarez

CONACYT–Colegio de Postgraduados, *Campus* Puebla,
Centro de Biotecnología de Hongos Comestibles, Funcionales y Medicinales (CB-HCFM)

María Rosa Maimone Celorio

Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla (UPAEP),
Facultad de Ingeniería Ambiental

Contenido

I. Impacto de las capacidades de innovación en el sistema agroalimentario de México

Capítulo 1	21
Creación, establecimiento, operación, trascendencia nacional y global del Centro de Biotecnología de Hongos Comestibles, Funcionales y Medicinales (CB-HCFM, CP-SADER-CONACYT) en México	
Daniel Martínez-Carrera, María Eugenia Meneses, Myrna Bonilla Quintero, Ivan Castillo Sebastian, Beatriz Petlalcalco Sánchez, Nora Fernández Velázquez, Wilfrido Martínez Sánchez, Alfredo Morales Juárez, Gilmar Rendón Hernández, Vladimir Mitzi Dávila, Víctor Macuil Tlachino, Joan Olvera Noriega, Luis Pérez Carrasco, Patricia Ramírez Carrasco, José Maimone Celorio, Mario Aliphat y Miguel Sánchez	
Capítulo 2	123
Avances y nuevas capacidades en la elaboración de semilla de hongos comestibles, funcionales y medicinales en el INECOL	
Gerardo Mata, Dulce Salmones, Rigoberto Gaitán-Hernández, Carlos Ortega Sánchez, Yamel Perea Rojas, Jie Chen, Homero Lumbreras Martínez, Teresa Gutiérrez Lecuona, Daniel Merel y Mario Domínguez-Gutiérrez	

II. Propiedades funcionales y medicinales de los hongos comestibles

Capítulo 3	143
Extractos del hongo medicinal <i>Ganoderma lucidum</i> , recurso genético mexicano, con actividades hipocolesterolémicas, anti-carcinogénicas, inmunomoduladoras y prebióticas: una novedosa opción para el tratamiento complementario de la hipercolesterolemia y el cáncer	
Sandra L. Romero-Córdoba, Ivan Salido-Guadarrama, María Eugenia Meneses, Myrna Bonilla Quintero, Ivan Castillo Sebastian, Beatriz Petlalcalco Sánchez, Nora Fernández Velázquez, Alfredo Morales Juárez, Wilfrido Martínez Sánchez, Nimbe Torres, Mónica Sánchez, Mónica Peña, Alfredo Hidalgo, Armando R. Tovar y Daniel Martínez-Carrera	

III. Hongos comestibles, funcionales y medicinales en la alimentación y la salud de la sociedad

Capítulo 4	171
Diagnóstico del estado nutricional y metabólico en comunidades de la Sierra Norte de Oaxaca y su relación con la frecuencia del consumo de hongos comestibles silvestres y cultivados	
Aleyda Pérez-Herrera, María Eugenia Meneses, Yazmín Hernández-Santiago, María Galicia-Castillo y Daniel Martínez-Carrera	

Capítulo 5	189
Estrategia de alimentación saludable en dos comunidades rurales de Puebla, México, integrando los hongos comestibles, funcionales y medicinales como parte importante de la dieta	
Laura González-Ibáñez, María Eugenia Meneses, Jennifer Torres Pérez, Adrián González-Bonilla, Jesulín Solorio-Sánchez y Daniel Martínez-Carrera	
Capítulo 6	209
Consumo y percepción de los hongos comestibles, funcionales y medicinales en México: una perspectiva dinámica (1999-2022)	
Yésica Mayett Moreno y Daniel Martínez-Carrera	
IV. Aplicaciones biotecnológicas de los hongos comestibles	
Capítulo 7	243
Productos naturales de Basidiomicetos cultivables: alternativas químicas para el control de hongos micotoxigénicos del maíz en México	
Daniel Merel, Gerardo Mata, Jean-Michel Savoie, Dulce Salmones y José A. Guerrero-Analco	
Capítulo 8	259
Efecto inhibitor del extracto de <i>Lentinula edodes</i> sobre la corrosión de aceros comerciales	
Rubén Suarez Hernández, Gloria Francisca Domínguez Patiño, José Gonzalo González Rodríguez e Isaac Tello Salgado	
Capítulo 9	281
Patrón de producción y expresión de enzimas lacasas en hongos comestibles	
Rubén Díaz y Leonardo David Herrera-Zúñiga	
Capítulo 10	301
Aprovechamiento del sustrato postcosecha del cultivo de champiñón a través de vermicompostaje para la fertilización vegetal	
Mario Domínguez-Gutiérrez, Rigoberto Gaitán-Hernández, Itzel Moctezuma-Pérez, Gerardo Mata y Dulce Salmones	
V. Recursos genéticos de hongos comestibles, funcionales y medicinales	
Capítulo 11	327
Micoprospección, ejemplos exitosos con macromicetos comestibles en el sureste de México	
José E. Sánchez, Karina Guillén, Liliana Aguilar Marcelino y Pablo Liedo	
Capítulo 12	337
Actualidades sobre la sistemática, genética y genómica de los géneros <i>Agaricus</i> y <i>Pleurotus</i> , con énfasis en especies que crecen en México: estrategias para identificar nuevas especies o variedades de interés comercial	
Dulce Salmones, Jie Chen, Régulo Carlos Llarena-Hernández, Gerardo Mata, Rigoberto Gaitán-Hernández e Isabel Cruz Villegas	

VI. Vinculación con la sociedad

Capítulo 13	361
Estrategia de vinculación del Centro de Biotecnología de Hongos Comestibles, Funcionales y Medicinales (CB-HCFM) del Colegio de Postgraduados para la transmisión de conocimiento a productores de huitlacoche en Puebla, México Rosaura Reyes Canchola y Yolanda Castañeda Zavala	
Capítulo 14	383
Retrospectiva y perspectivas de las investigaciones sobre el cultivo de hongos comestibles y medicinales en la Universidad Veracruzana Miguel Armando López Ramírez y Juventino García Alvarado	
Capítulo 15	407
Productos y servicios para fortalecer la calidad, inocuidad, y diversificación de los hongos comestibles, funcionales y medicinales en la región central de México Juan Antonio Martínez Bárcena, Daniel Martínez-Carrera e Isaac Tello Salgado	
Capítulo 16	425
Cultivo y procesamiento de hongos funcionales como contribución al desarrollo rural sostenible: el proyecto Micológica 360° en la Sierra Norte de Oaxaca, México Johann Mathieu	
Capítulo 17	449
Cultivo agroecológico de <i>shiitake</i> (<i>Lentinula edodes</i>) en la Sierra Norte del Estado de Puebla, México Andrés Rubén Hernández Mendoza	
Capítulo 18	461
Los hongos comestibles silvestres de la región central del Estado de Veracruz, México: percepción, evaluación y perspectivas de aprovechamiento sustentable Miguel Armando López Ramírez y Juventino García Alvarado	
Capítulo 19	485
Modelo de negocio para la comercialización de productos fúngicos (huitlacoche) en el Estado de Morelos, México Ana Ligia Espinosa García e Isaac Tello Salgado	
Capítulo 20	497
Los hongos comestibles silvestres: sustentabilidad del recurso forestal Miguel Armando López Ramírez, Juventino García Alvarado, Sergio Hernández González y Atzin García Flores	
Capítulo 21	525
Estrategia para promover la producción controlada y el consumo de huitlacoche (<i>Ustilago maydis</i>) en la región de la Costa Chica del Estado de Guerrero, México Sirilo Suastegui-Cruz	
Capítulo 22	535
Cultivo de hongos comestibles en poblaciones vulnerables del norte de México Norma Alicia Flores Ramírez, Teófilo Elías Coria Claro y Dalia Vargas-Salcido	

VII. Experiencias de otras regiones del mundo

Capítulo 23	551
Development of cheap and low-technology biocides, natural products based on plant and fungal extracts, for controlling microbial contaminants and pests of mushroom cultivation in Sub-Saharan Africa	
Kenneth Anchang Yongabi	
Capítulo 24	561
African medicinal mushrooms as sources of biopharmaceuticals for the treatment of infectious and non-infectious diseases	
Kenneth Anchang Yongabi, Chineyere Nneka Ukaga y Eva Troja	
Índice temático	573
Subject index	579



Centro de Biotecnología de Hongos Comestibles, Funcionales y Medicinales (CB-HCFM) del *Campus* Puebla, Colegio de Postgraduados, Boulevard Forjadores de Puebla no. 205, Puebla 72760, Puebla, México.

Página electrónica: <https://hongosmedicinalesytusalud-cb-hcfm.com>

Cita bibliográfica:

Martínez-Carrera, D., Y. Mayett Moreno & M. R. Maimone Celorio. 2022. *Los Hongos Comestibles, Funcionales y Medicinales: Aportación a la Dieta, la Salud, la Cultura, al Ambiente, y al Sistema Agroalimentario de México*. Editorial del Colegio de Postgraduados, AGRICULTURA, CONACYT, CB-HCFM, San Luis Huexotla, Texcoco, México. 584 pp. Contiene 190 Figuras y 57 Tablas.

La portada:

Una mayor integración de los hongos comestibles, funcionales y medicinales en la alimentación de la sociedad mexicana es de gran relevancia a futuro. Las imágenes muestran la diversidad de los recursos genéticos nativos cultivados, siempre acompañada por una notable cultura mexicana sobre su conocimiento y consumo. Aparecen así las agallas de huitlacoche (*Ustilago maydis* + *Zea mays*), los pollitos (*Volvariella bombycina*), las repisas (*Ganoderma lucidum*), y el hongo de venado (*Neolentinus lepideus*). Al centro, se ilustra la obtención y concentración de sus propiedades funcionales y medicinales con importantes efectos benéficos en la salud humana.

Es responsabilidad del autor el uso de las ilustraciones, el material gráfico y el contenido creado para esta publicación, incluyendo la relación con los coautores.

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.

Título de la obra:

LOS HONGOS COMESTIBLES, FUNCIONALES Y MEDICINALES:
APORTACIÓN A LA DIETA, LA SALUD, LA CULTURA, AL AMBIENTE, Y AL SISTEMA
AGROALIMENTARIO DE MÉXICO

Se terminó de imprimir en:
Promocionales e Impresos América, S.A. de C.V.
Avenida Jardín 258, Tlatilco, Azcapotzalco 02860, CDMX
55 1038 7472 www.primasa.com.mx
Octubre 2022

El tiraje consta de: 1000 ejemplares

Han transcurrido más de cuatro siglos, 445 años para ser exactos, desde que fray Bernardino de Sahagún, en su monumental obra bilingüe sobre el universo humano y natural de la sociedad indígena de México (*Historia general de las cosas de Nueva España, 1577*), documentó brevemente y con notable erudición, base lingüística, y magníficas ilustraciones, por primera vez en el continente americano, una de las culturas tradicionales de conocimiento y consumo de hongos comestibles más importantes del mundo. Durante este período, el fundamento cultural y los grandes avances científicos permitieron el desarrollo de biotecnologías para la producción intensiva de los hongos comestibles, a pequeña y gran escala, en cortos períodos de tiempo, bajo costo, y altos estándares de calidad e inocuidad, con notables beneficios sociales, económicos y ecológicos.

Las evidencias científicas demuestran que los hongos comestibles constituyen un verdadero súper alimento de origen microbiano que debe formar parte integral de la dieta humana. Además de su valor nutricional, sus propiedades funcionales y medicinales ejercen efectos benéficos en la salud, derivados de una gran variedad y alto contenido de novedosos compuestos bioactivos que actúan en conjunto y muy bajas concentraciones. Han llamado poderosamente la atención sus propiedades inmunomoduladoras, anticancerígenas, hipocolesterolémicas, anti-inflamatorias, hepatoprotectoras, antidiabéticas, antioxidantes, neuroprotectoras, prebióticas, anti-ateroesclerosis, antihipertensivas, antitrombóticas, antivirales, antibacterianas, y antifúngicas. Los hongos comestibles, funcionales y medicinales son indispensables para garantizar una dieta sana, completa, diversa, y equilibrada que genere plena satisfacción biológica, psicológica, y social. Esta alimentación integral parte del patrimonio cultural para promover el bienestar de la sociedad mexicana, la prevención de enfermedades, y la respuesta a pandemias globales y sus secuelas (e.g., COVID-19).

Distinguidos expertos nacionales e internacionales abordan en este libro, desde una perspectiva multidisciplinaria, interinstitucional, e intersectorial, la contribución presente y futura de los hongos comestibles, funcionales y medicinales al sistema agroalimentario de México, en un entorno de amplia diversidad biológica y cultural. Se analizan como principales ejes temáticos las capacidades de innovación, los recursos genéticos, el impacto en la alimentación y la salud, así como la vinculación con la sociedad mexicana. La diversidad y dimensión de las aplicaciones biotecnológicas de los hongos comestibles, funcionales y medicinales tienen un impacto cada vez mayor en importantes facetas de la actividad humana y el desarrollo sostenible a nivel global, sobre todo en la alimentación, la agricultura, la salud, la industria, así como en los esfuerzos cruciales contra la vorágine de la degradación ambiental y el cambio climático.



AGRICULTURA

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural



CONACYT

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología



INIA

bba

BIBLIOTECA BÁSICA
DE AGRICULTURA

ISBN 978-607-715-447-1



9 786077 154471

Los Hongos Comestibles, Funcionales y Medicinales:

Aportación a la Dieta, la Salud, la Cultura, al Ambiente, y al Sistema Agroalimentario de México

D. Martínez-Carrera, Y. Mayett Moreno, M. R. Maimone Celorio, Editores

bba