



PLAN ESTRATÉGICO 2022-2026

LÍNEA DE GENERACIÓN Y/O APLICACIÓN DEL CONOCIMIENTO DEL COLEGIO DE POSTGRADUADOS (LGAC-CP)

1. NOMBRE DE LA LGAC-CP

BIOTECNOLOGÍA Y DESARROLLO SUSTENTABLE: LOS HONGOS COMESTIBLES, FUNCIONALES Y MEDICINALES

2. POSTGRADOS

Se propone que esta LGAC-CP sea reconocida a nivel del *Campus* Puebla, Centro de Biotecnología de Hongos Comestibles, Funcionales y Medicinales (CB-HCFM), como bien ha venido trabajando, mientras se exploran posibilidades de adscripción directa a un Programa de Postgrado en este período 2022-2026. Dada la reestructuración de las LGAC en los Programas de Postgrado, indicada por la política nacional con base en el Marco de Referencia del Sistema Nacional de Posgrados (antes Programa Nacional de Posgrados de Calidad, PNPC), en la cual se redujo al mínimo el número de líneas en cada Programa para integrar el mayor número de integrantes posible y cumplir con los parámetros establecidos, no ha sido posible integrar la presente LGAC Biotecnología y Desarrollo Sustentable: Los Hongos Comestibles, Funcionales y Medicinales, a los Programas de Postgrado que se desarrollan actualmente en el *Campus* Puebla. Se señala que tres profesores participan como miembros del núcleo académico básico (NAB) de los Postgrados en Ciencias: ESTRATEGIAS PARA EL DESARROLLO AGRÍCOLA REGIONAL (PROEDAR; Maestría y Doctorado), Dr. Daniel Claudio Martínez Carrera y Dr. Mario Manuel Aliphath Fernández. El Postgrado Profesionalizante: DESARROLLO E INNOVACIÓN EN FRUTICULTURA FAMILIAR (MPDIFF; Maestría), Dr. Miguel Sánchez Hernández. Asimismo, el Dr. Martínez Carrera tiene participación en el NAB de la Maestría en Ciencias en Desarrollo Sustentable de Regiones Indígenas, pero no está adscrito formalmente en el plan estratégico de sus LGAC.

3. INTEGRANTES DE LA LGAC-CP

Profesor investigador Investigador(a)	Participación en Programas de Postgrado	Categoría académica	Campo de conocimiento	NAB*	SNI	e-mail
1. Martínez Carrera, Daniel Claudio	Sí (PROEDAR)	PIT	Biotecnología y genómica de las propiedades funcionales y medicinales de los hongos comestibles	Sí	2	dcarrera@colpos.mx
2. Aliphath Fernández, Mario Manuel	Sí (PROEDAR)	PIAd	Etnoecología: conocimiento, uso y manejo de los hongos comestibles por comunidades indígenas y campesinas	Sí	1	aliphath@colpos.mx
3. Sánchez Hernández, Miguel	Sí (MPDIFF)	PIAd	Organización campesina para la producción rural y el consumo de hongos comestibles	Sí	-	msanchez@colpos.mx

4.	Meneses Álvarez, María Eugenia	NO	Catedrática CONACYT	Nutrición y biomedicina	NO	1	meneses.eugenia@colpos.mx
5.	Bonilla Quintero, Myrna	NO	IAAd	Biotecnología de hongos comestibles, funcionales y medicinales	NO	-	myrna@colpos.mx
6.	Castillo Sebastian, Ivan Omar	NO	IAAd	Biotecnología de hongos comestibles, funcionales y medicinales	NO	-	castillo.ivan@colpos.mx
7.	Martínez Sánchez, Wilfrido	NO	IAT	Producción de semilla y hongos comestibles	NO	-	wilymartinez@hotmail.com

*Indicar si el académico es parte del Núcleo Académico Básico (NAB) del Postgrado al que pertenece la LGAC-CP.

PROEDAR: Maestría y Doctorado en Ciencias en Estrategias para el Desarrollo Agrícola Regional.

MPDIFF: Maestría Profesionalizante en Desarrollo e Innovación en Fruticultura Familiar.

PIT: Profesor investigador titular. PIAd: Profesor investigador adjunto. IAT: Investigador auxiliar titular. IAAd: Investigador auxiliar adjunto.

CONACYT: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

4. DEFINICIÓN DE LA LGAC-CP

4.1 Definición de la línea

La LGAC-CP BIOTECNOLOGÍA Y DESARROLLO SUSTENTABLE: LOS HONGOS COMESTIBLES, FUNCIONALES Y MEDICINALES integra y realiza sus actividades bajo el principio de generar conocimiento para atender los Programas Nacionales Estratégicos (PRONACES) de soberanía alimentaria, salud, educación y cultura, incluyendo aspectos tan relevantes como la alimentación saludable, la pobreza y el desarrollo sustentable, llevando a cabo investigaciones básicas, aplicadas y socioeconómicas sobre biotecnología aplicada a la cadena agroalimentaria microbiana emergente de los hongos comestibles, funcionales y medicinales en México (CAME-HCFM), especialmente el cultivo a pequeña y gran escala de champiñones (*Agaricus*), “setas” (*Pleurotus*), *shiitake* (*Lentinula*), “repisas” (*Ganoderma*), huitlacoche (*Ustilago*), “hongo de venado” (*Neolentinus*), melena de león (*Hericium*), y “pollitos” (*Volvariella*), entre otras especies consumidas tradicionalmente. Bajo dichos principios, el trabajo de la LGAC-CP atenderá directamente dichos desafíos, además de generar conocimiento para contribuir substancialmente al desarrollo de esta área de la ciencia.

Agricultura familiar: tipo de agricultura que incluye todas las actividades agrícolas de base familiar y está relacionada con varios ámbitos del desarrollo rural. La agricultura familiar es una forma de clasificar la producción agrícola, forestal, pesquera, pastoril y acuícola gestionada y operada por una familia y que depende principalmente de la mano de obra familiar, incluyendo tanto a mujeres como a hombres. Tanto en países en desarrollo como en países desarrollados, la agricultura familiar es la forma predominante de agricultura en la producción de alimentos y tiene un importante papel socioeconómico, ambiental y cultural (FAO, 2014; www.fao.org).

Biotecnología: la aplicación de organismos, sistemas y procesos biológicos a la producción de bienes y servicios en beneficio de la sociedad (OCDE, 1982; www.oecd.org).

Desarrollo sustentable: Satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las del futuro para atender sus propias necesidades (Informe Brundtland, 1987; www.un.org).

Cadena agroalimentaria microbiana: Proceso que sigue un producto alimentario de origen microbiano a través de las actividades de producción, transformación e intercambio hasta llegar al consumidor final. Incluye, además, el abasto de insumos (financiamiento, seguros, maquinaria, semillas, suplementos, etc.) y equipos relevantes, así como todos los servicios que afectan de manera significativa a dichas actividades: investigación, capacitación, asistencia técnica, entre otros (modificado de www.fao.org).

Hongos comestibles, funcionales y medicinales: organismos del reino *Fungi* que producen estructuras macroscópicas denominadas esporocarpos, comúnmente referidos como cuerpos fructíferos (*i.e.*, basidiocarpo, ascocarpo, basidioma, ascoma, esporóforo), a partir de una fase vegetativa llamada micelio, cuyo crecimiento es indefinido en condiciones apropiadas y que está conformado por estructuras cilíndricas microscópicas denominadas hifas. Los esporocarpos son las estructuras de la fase reproductora de los hongos comestibles encargadas de la producción y diseminación de esporas, los cuales emergen del micelio a través de un complejo proceso de diferenciación en el que participan diversos factores ambientales, tales como la temperatura, la concentración de O₂ y CO₂, y la humedad relativa. La luz también se ha estudiado ampliamente como un factor detonador y regulador de la fase reproductiva, demostrando que es requerida para el surgimiento y la diferenciación de los esporocarpos en prácticamente todas las especies, salvo algunas excepciones. Prácticamente todos los esporocarpos de este grupo de organismos presentan propiedades funcionales y medicinales relevantes para la salud humana, científicamente demostradas (Martínez-Carrera *et al.*, 2016).

Seguridad alimentaria: cuando todas las personas tienen en todo momento acceso físico, social y económico a suficientes alimentos inocuos y nutritivos para satisfacer sus necesidades alimenticias y sus preferencias en cuanto a los alimentos a fin de llevar una vida activa y sana (FAO, 2009; www.fao.org).

Comunidades rurales y urbanas: una población se considera rural cuando tiene menos de 2,500 habitantes, mientras que la urbana es aquella donde viven más de 2,500 personas (INEGI, 2015; www.inegi.org.mx).

5. PERTINENCIA DE LA LGAC-CP

En términos generales, la contribución de la LGAC está enfocada en los siguientes objetivos del desarrollo sostenible:

En el objetivo 3 de Salud y Bienestar. En 2016, la LGAC propuso construir un paradigma para establecer políticas públicas transversales que promovieran la producción y el consumo de alimentos con impacto no sólo en la dieta y la salud humana, sino también que formen parte de la cultura de la población, utilizando los hongos comestibles como modelo estratégico (Martínez-Carrera & Ramírez Juárez, 2016). Se estableció así la estrategia de promover la integración del Reino *Fungi* a la dieta de la población mexicana, a través de los hongos comestibles como un nuevo grupo de alimentos de origen microbiano fundamental para lograr una dieta sana, completa, equilibrada, inocua, suficiente, variada y adecuada. Como efecto de esta propuesta, se considera fundamental que los hongos comestibles, funcionales y medicinales estén incluidos en “El Plato del Bien Comer” descrito en la norma oficial mexicana (NOM-043-SSA2-2005). De esta manera, se promueve la salud y el bienestar de la sociedad mexicana a través de las propiedades funcionales y medicinales de los hongos comestibles (inmunomoduladoras, anticancerígenas, hipocolesterolémicas, anti-inflamatorias, hepatoprotectoras, antidiabéticas, antioxidantes, prebióticas, anti-ateroesclerosis, antihipertensivas, antitrombóticas, y antibióticas), sobre todo para atender los serios problemas de obesidad y enfermedades asociadas de la población (diabetes, síndrome metabólico, hipertensión, enfermedades cardiovasculares, cáncer).

En el objetivo 11 de Ciudades y Comunidades Sostenibles. La LGAC promueve la producción de hongos comestibles, funcionales y medicinales como una actividad productiva y emprendedora que genera beneficios sociales, económicos y ecológicos, tanto en zonas rurales como en las áreas periurbanas. Estas actividades productivas tienen impacto en la seguridad alimentaria, el ingreso familiar, así como el bioreciclaje a gran escala de subproductos agrícolas, agroindustriales y forestales.

En el objetivo 13 de Acción por el Clima, ante los efectos adversos del cambio climático global (menor disponibilidad de agua, mayores temperaturas, fenómenos meteorológicos extremos) sobre el desarrollo del país, la LGAC promueve la producción de alimentos bajo condiciones controladas en cortos periodos de tiempo, a través del cultivo de los hongos comestibles, funcionales y medicinales.

En el objetivo 15 sobre la Vida de Ecosistemas Terrestres, la acción más relevante de la LGAC consiste en el estudio, el manejo, y la conservación *in vitro* del patrimonio de la nación correspondiente a los recursos genéticos de hongos comestibles, funcionales y medicinales, así como de las principales especies fúngicas de importancia biocultural, representativos de las diversas regiones ecológicas de México.

La pertinencia del trabajo de la línea está definida por diversas perspectivas. Contribuye directamente a atender los Programas Nacionales Estratégicos (PRONACES) de soberanía alimentaria, salud, educación y cultura. Por otra parte, aporta al desarrollo de su campo científico generando conocimiento, tecnologías e innovaciones. También contribuye a rescatar la cultura tradicional sobre los hongos comestibles y amplía su aportación a la gastronomía mexicana, patrimonio inmaterial de la humanidad. Los hongos comestibles son un alimento tradicional de origen microbiano consumido en México desde épocas prehispánicas, constituyen una importante alternativa de alimentación, y constituyen una fuente inagotable de novedosos compuestos bioactivos con propiedades funcionales y medicinales relevantes para la salud de la población. Actualmente, la cadena agroalimentaria microbiana emergente de los hongos comestibles, funcionales y medicinales en México representa un proceso biotecnológico

rentable, controlado, intensivo, eficiente en la utilización de agua, adaptable al cambio climático y desarrollado a pequeña (rústico) y gran escala (alta tecnología), con importantes repercusiones sociales, ecológicas y económicas.

Se tiene una amplia gama de beneficiarios directos de las investigaciones en diferentes regiones del país. Pueden identificarse cinco grandes grupos a beneficiar: 1) Las comunidades indígenas y campesinas marginadas; 2) Los emprendedores, agronegocios y empresas en toda la cadena de valor (proveedores, productores, procesadores, distribuidores, exportadores, importadores, farmacéuticas); 3) Las dependencias del gobierno federal, estatal, y municipal, asociadas a los programas de desarrollo territorial y seguridad alimentaria; 4) Organizaciones no gubernamentales, principalmente aquellas dedicadas a la protección del medio ambiente y a la promoción del desarrollo; y 5) La sociedad mexicana en general, a través de la generación de empleo productivo, el incremento del consumo *per capita* de hongos comestibles, mayor acceso y disponibilidad de un producto alimenticio de alta calidad nutricional, funcional, y medicinal, a menor costo, y con impacto en la salud de la población. Asimismo, se fortalecerá la formación de talento humano especializado (productores, emprendedores, técnicos, profesionales, maestros en ciencias, doctores en ciencias, postdoctorados, investigadores CONACYT).

Se apoya la misión y el funcionamiento del Centro de Biotecnología de Hongos Comestibles, Funcionales y Medicinales (CB-HCFM) del *Campus* Puebla del CP, el cual fue inaugurado el pasado 14 de diciembre del 2020, por el Secretario de Agricultura y Desarrollo Rural, Dr. Víctor Manuel Villalobos Arámbula. La creación, establecimiento, y operación del CB-HCFM, incluyendo acciones de retribución social y apropiación del conocimiento en los diferentes sectores de la sociedad, se lograron a través de un esfuerzo coordinado y fondos concurrentes líquidos de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER), el Colegio de Postgraduados (CP), y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). El monto de la inversión pública fue superior a los 115 millones de pesos a través del Proyecto CONACYT-FORDECYT 273647, incluyendo obra civil, equipamiento, mobiliario e instalaciones especiales, un monto sin precedentes en el país para este campo de conocimiento.

Específicamente, los impactos esperados serán:

Impacto Científico: Se generará nuevo conocimiento sobre los hongos comestibles, funcionales y medicinales de México, a través de la publicación de artículos científicos en revistas con arbitraje internacional. Asimismo, se publicarán libros, capítulos de libro, folletos y otros materiales de difusión del conocimiento para la sociedad. También se caracterizarán los recursos genéticos nativos de los hongos comestibles, funcionales y medicinales, como una acción estratégica para su conservación, manejo sostenible y desarrollo de aplicaciones biotecnológicas. Esto generará una amplia base genética procedente de diversas regiones que servirá de plataforma biológica para aplicar la biotecnología moderna a la producción comercial y el consumo de hongos comestibles, funcionales y medicinales en el país. Esta LGAC-CP demostrará que los hongos comestibles, funcionales y medicinales pueden utilizarse no tan sólo como materia prima para la extracción de novedosos compuestos bioactivos con propiedades relevantes para la salud humana [inmunomoduladoras, anticancerígenas, hipocolesterolémicas, anti-inflamatorias,

hepatoprotectoras, antidiabéticas, antioxidantes, prebióticas, anti-ateroesclerosis, antihipertensivas, antitrombóticas, y antibióticas (antimicrobianas: antivirales, antibacterianas, antifúngicas)], sino también para el bioreciclaje a gran escala de subproductos agrícolas, agroindustriales y forestales. Los hongos comestibles funcionan como auténticas biofábricas, ya que se cultivan a gran escala utilizando procesos biotecnológicos axénicos y controlados.

Impacto Tecnológico: Se desarrollarán procesos/paquetes biotecnológicos comerciales para la producción orgánica intensiva de hongos comestibles, funcionales y medicinales en México. Asimismo, se generarán innovaciones tecnológicas asociadas a nuevos productos elaborados y procesados (deshidratación, congelación, envasado, preparaciones *gourmet*, suplementos, extractos, concentrados), con base en las propiedades funcionales y medicinales encontradas en los hongos comestibles. Estas innovaciones serán fundamentales para la integración de novedosas especies al sistema de mercado de los hongos comestibles en México.

Impacto Social: La sociedad mexicana contará con mayor acceso y disponibilidad de hongos comestibles, funcionales y medicinales, así como sus productos procesados e innovaciones (extractos, suplementos, compuestos bioactivos con diferentes niveles de purificación), incrementándose el consumo *per capita*. Se apoyará la seguridad alimentaria y la alimentación saludable en comunidades indígenas y campesinas de alta marginación, a través de la producción doméstica y el autoconsumo de hongos comestibles, funcionales y medicinales. Se desarrollarán empresas de alto valor agregado y generadoras de empleo en regiones estratégicas (muchas de ellas indígenas y campesinas), las cuales producirán hongos comestibles, funcionales y medicinales de excelente calidad, a pequeña y gran escala, con amplia demanda en México y en los mercados internacionales.

Impacto Económico: En el corto plazo, dentro del sector agroalimentario mexicano, se promoverá y desarrollará una actividad productiva competitiva, con sistemas certificados de control de calidad e inocuidad alimentaria, la cual producirá hongos comestibles, funcionales y medicinales, frescos y procesados, para el mercado nacional. Esto también es acorde con la creciente demanda de hongos comestibles y medicinales en los mercados internacionales de productos orgánicos y de consumidores vegetarianos, quienes lo perciben como un producto sustituto de la carne. Se demostrarán las ventajas competitivas de México para la producción intensiva de hongos comestibles, funcionales y medicinales en relación con otras regiones del mundo, mediante el análisis comparativo de los costos de producción, costos de comercialización, precios al consumidor final y estándares de calidad de los productos. Se diversificará e incrementará la producción comercial de hongos comestibles y sus productos en México, cuyos volúmenes de producción actual son alrededor de 63,374 toneladas frescas por año y el monto anual de las operaciones comerciales supera los 250 millones de dólares. En el sector industrial, los hongos comestibles, funcionales y medicinales pueden ser fuente importante de nuevos fármacos de composición química definida para la industria farmacéutica. Una gran variedad de productos de los hongos comestibles, funcionales y medicinales ya se utilizan ampliamente como sustancias profilácticas o terapéuticas para el tratamiento clínico de pacientes bajo condiciones médicas específicas. Otra

aplicación importante en este sector es la producción comercial de enzimas extracelulares producidas por los hongos comestibles, funcionales y medicinales, tales como la lignino-peroxidasa, manganoso-peroxidasa, lacasas, celulasas, y tanasas. Estas enzimas tienen una gran variedad de aplicaciones industriales por su capacidad para degradar subproductos lignocelulósicos, lo cual facilita su aprovechamiento en diversos procesos comerciales. En los próximos 10 años, se suministrarán productos y servicios para apoyar el desarrollo de la cadena agroalimentaria microbiana emergente de los hongos comestibles, funcionales y medicinales (CAME-HCFM), permitiendo duplicar y diversificar la producción actual de hongos comestibles, funcionales y medicinales en el país (a 120,000 tons/año en 2030), el consumo *per capita* (a 1,240 g anuales), y las exportaciones (a 12 millones de dólares/año).

Impacto Ambiental: La biotecnología de producción rural e industrial de hongos comestibles, funcionales y medicinales se considera fundamental para la sostenibilidad agrícola mundial, en virtud de que son los organismos más importantes en la naturaleza capaces de biodegradar y reciclar aceleradamente complejos lignocelulósicos a gran escala. Estos complejos son el principal componente de los subproductos agrícolas, agroindustriales y forestales, los cuales se encuentran poco utilizados en México o en muchos casos son generadores de contaminación ambiental por su mal manejo. En esta LGAC, se plantea la posibilidad de bioconvertir a gran escala dichos subproductos en un alimento funcional de excelente calidad y de alto valor económico en el mercado, a través de procesos biotecnológicos controlados altamente eficientes en la utilización de agua y su conversión a proteína (1 litro de agua por gramo de proteína). El substrato degradado residual, después de haber sido utilizado por los hongos comestibles, funcionales y medicinales, puede bioconvertirse en abono orgánico para la industria hortícola y de floricultura, ya sea solo o introducido al compostaje con otros materiales orgánicos. La biorremediación *in situ* implica otra prometedora aplicación del substrato degradado. Este substrato residual se genera en grandes cantidades y puede aprovecharse para biorremediar agua y suelo de regiones contaminadas por hidrocarburos o residuos orgánicos similares a la lignina, tales como el pentaclorofenol (PCP), hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAHs), bifenoles policlorados (PCBs)], y pesticidas organofosforados. El substrato parcialmente degradado conforma una matriz orgánica que contiene una gran variedad de enzimas extracelulares y sustancias nutritivas, las cuales permiten la degradación de contaminantes y favorecen el desarrollo de otros microorganismos al aplicarse directamente en zonas contaminadas.

6. MISIÓN

Somos un grupo multidisciplinario de profesores e investigadores altamente comprometido con el bienestar social, así como con el desarrollo sustentable del país y a nivel global, en particular con los actores involucrados en la cadena agroalimentaria microbiana emergente de los hongos comestibles, funcionales y medicinales (CAME-HCFM). Nuestro compromiso se manifiesta al generar conocimiento, procesos biotecnológicos, tecnologías, e innovaciones para fortalecer la producción intensiva y el

consumo de los hongos comestibles, funcionales y medicinales (HCFM), a través de su integración a la dieta de la sociedad mexicana (rural y urbana), con fines de seguridad alimentaria, aportación a una alimentación saludable para la prevención de enfermedades, tratamientos terapéuticos, generación de ingreso o empleo, creación de empresas de alto valor agregado, y bioreciclaje de subproductos agrícolas, agroindustriales y forestales. Estos beneficios sociales, económicos y ecológicos se complementan con acciones de colaboración en otros sectores de la sociedad, así como la educación formal y no formal en sus distintas modalidades.

7. VISIÓN

Ser un grupo de profesores e investigadores de alto impacto a nivel nacional e internacional en el mejoramiento de la seguridad alimentaria, la alimentación, la salud y el desarrollo sustentable de México, mediante la formación de talento humano de alto nivel y la generación de conocimiento e innovaciones que permitan el desarrollo endógeno, equitativo y competitivo de la CAME-HCFM.

8. ANÁLISIS INTERNO Y EXTERNO

FORTALEZAS	DEBILIDADES
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Se cuenta con una masa crítica de recursos humanos calificados para conducir y desarrollar exitosamente la LGAC-CP, con el apoyo de la infraestructura y capacidades de innovación del nuevo CB-HCFM. ✓ Se tiene vinculación directa con productores, organizaciones y empresas de la CAME-HCFM en México, así como con la sociedad en general. ✓ La LGAC-CP forma parte, como sublínea, de un postgrado reconocido por el CONACYT-PNPC (Sistema Nacional de Posgrados). ✓ Se cuenta con amplia experiencia en docencia, investigación, y vinculación, mayor a 30 años. ✓ Hay compromiso para el trabajo en grupo por parte de los miembros de la LGAC. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Se requiere fortalecer las capacidades docentes de los miembros del equipo. ✓ Se requiere incrementar y actualizar los equipos de laboratorio. ✓ Se necesita desarrollar más las habilidades de trabajo en equipo. ✓ Es necesario mejorar los procesos de planificación y coordinación. ✓ Se requiere mejorar los mecanismos de comunicación. ✓ Se requiere fortalecer al grupo integrando investigadores con perfiles específicos, tales como química analítica de alto nivel, bioinformática, y biotecnología de hongos y bioprocesos.
OPORTUNIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> ✓ México es el primer país productor y consumidor de hongos comestibles en Latinoamérica. ✓ Es necesario fortalecer el desarrollo endógeno de la CAME-HCFM en el país, para reducir su dependencia del exterior. ✓ Se requieren innovaciones en el sector para incrementar su impacto social, económico y ecológico en México. ✓ Se desconoce la diversidad y las propiedades funcionales y medicinales con impacto en la salud humana de los recursos genéticos de hongos comestibles nativos de México. ✓ México está ubicado dentro de los primeros 20 países productores de hongos comestibles a nivel mundial. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Varios insumos relevantes para la producción comercial de hongos comestibles en México son importados. ✓ La pérdida de la diversidad de los hongos comestibles, funcionales y medicinales por degradación ecológica. ✓ La pérdida del conocimiento tradicional. ✓ La pérdida del liderazgo regional de México a nivel latinoamericano, por falta de acciones estratégicas. ✓ No existe un programa de renovación de la planta académica de la LGAC.

CB-HCFM= Centro de Biotecnología de Hongos Comestibles, Funcionales y Medicinales del *Campus* Puebla del CP.

CAME-HCFM= Cadena agroalimentaria microbiana emergente de los hongos comestibles, funcionales y medicinales.



8.1. Matriz de contrastación

Matriz de confrontación		Oportunidades				Amenazas			
		Es necesario fortalecer el desarrollo endógeno de la cadena agroalimentaria microbiana emergente de los hongos comestibles, funcionales y medicinales en el país, para reducir su dependencia del exterior.	Se requieren innovaciones en el sector para incrementar su impacto social, económico y ecológico en México.	Se desconoce la diversidad y las propiedades funcionales y medicinales con impacto en la salud humana de los recursos genéticos de hongos comestibles nativos de México.	México es el primer país productor y consumidor de hongos comestibles en Latinoamérica, también es relevante a nivel global.	Varios insumos relevantes para la producción comercial de hongos comestibles en México son importados.	La pérdida de diversidad de los hongos comestibles, funcionales y medicinales por degradación ecológica. Asimismo, La pérdida del conocimiento tradicional.	La pérdida del liderazgo regional de México a nivel latinoamericano, por falta de acciones estratégicas.	No se tiene un programa de renovación de la planta académica.
Fortalezas	Se cuenta con una masa crítica de recursos humanos calificados para conducir y desarrollar exitosamente la LGAC-CP, con el apoyo de la infraestructura y capacidades del nuevo CB-HCFM.	25	25	25	25	0	23	25	25
	Tenemos vinculación directa con empresas y productores de la cadena agroalimentaria microbiana emergente de los hongos comestibles, funcionales y medicinales en el país, así como con la sociedad en general.	23	25	23	25	0	0	0	3
	Contamos con amplia experiencia en docencia, investigación, y vinculación.	25	25	19	15	9	7	3	7
	Compromiso para el trabajo grupal por parte de los miembros del equipo.	25	25	25	25	0	0	25	21
Debilidades	Se requiere fortalecer las capacidades docentes de los miembros del equipo.	21	21	23	18	7	7	3	7
	Se requiere incrementar y actualizar los equipos de laboratorio.	25	23	25	25	0	0	20	3
	Requerimos desarrollar más nuestras habilidades de trabajo en equipo.	25	25	25	23	7	0	23	21
	Requerimos mejorar nuestros procesos de planificación, coordinación y comunicación.	25	25	23	23	5	4	25	23
	Se requiere fortalecer al grupo integrando investigadores con perfiles específicos, tales como química analítica de alto nivel, bioinformática, y biotecnología de hongos y bioprocesos.	25	25	23	23	5	4	25	23

9. OBJETIVOS ESTRATÉGICOS, METAS, ESTRATEGIAS Y PLAN DE ACCIÓN

9.1. Objetivos estratégicos

- I) Generar conocimiento, nuevos productos e innovaciones tecnológicas de alto valor agregado con impacto potencial en todos los niveles de la cadena agroalimentaria microbiana emergente de los hongos comestibles, funcionales y medicinales (CAME-HCFM).
- II) Formar talento humano de alto nivel, de manera presencial, mixta, y a distancia.
- III) Desarrollar, transferir y divulgar patentes, tecnologías e innovaciones para diversificar e incrementar la producción y el consumo de hongos comestibles, funcionales y medicinales con altos niveles de calidad en México, las cuales promuevan nuevos negocios generadores de empleo en regiones estratégicas del país con ventajas competitivas y apoyen la agricultura familiar en regiones prioritarias de extrema pobreza para fortalecer la seguridad alimentaria, la salud y el desarrollo rural sustentable.
- IV) Consolidar e internacionalizar el Centro de Biotecnología de Hongos Comestibles, Funcionales y Medicinales (CB-HCFM) del *Campus* Puebla del CP, como acción estratégica para detonar aplicaciones biotecnológicas y un mayor impacto social, económico y ecológico en México.
- V) Fortalecer las capacidades de los miembros de la LGAC-CP en los ámbitos de investigación, docencia y difusión del conocimiento para lograr mayor retribución social, así como apropiación social del conocimiento.

9.2 Estrategias

- I) Generar conocimiento, nuevos productos e innovaciones tecnológicas de alto valor agregado con impacto potencial en todos los niveles de la cadena agroalimentaria microbiana emergente de los hongos comestibles, funcionales y medicinales (CAME-HCFM).

ESTRATEGIA 1.- Desarrollar investigaciones básicas, aplicadas y socioeconómicas que permitan generar conocimiento, tecnologías e innovaciones para la CAME-HCFM.

- II) Formar talento humano de alto nivel, de manera presencial, mixta, y a distancia.

ESTRATEGIA 1.- Implementar cursos formales de postgrado y no formales en sus diversas modalidades para promover la formación de talento humano de alto nivel.

- III) Desarrollar, transferir y divulgar patentes, tecnologías e innovaciones para diversificar e incrementar la producción y el consumo de hongos comestibles, funcionales y medicinales con altos niveles de calidad en México, las cuales promuevan nuevos negocios generadores de empleo en regiones estratégicas del país con ventajas competitivas y apoyen la agricultura familiar en regiones prioritarias de extrema pobreza para fortalecer la seguridad alimentaria, la salud y el desarrollo rural sustentable.

ESTRATEGIA 1.- Desarrollar proyectos de investigación, interdisciplinarios e interinstitucionales, orientados a la generación de conocimiento, tecnologías e innovaciones para diversificar e incrementar la producción y el consumo de hongos comestibles, funcionales y medicinales.

- IV) Consolidar e internacionalizar el Centro de Biotecnología de Hongos Comestibles, Funcionales y Medicinales (CB-HCFM) del *Campus* Puebla del CP, como acción estratégica para detonar aplicaciones biotecnológicas y un mayor impacto social, económico y ecológico.

ESTRATEGIA 1.- Realizar gestiones con las principales fuentes de financiamiento para la operación, desarrollo y fortalecimiento de la infraestructura, las capacidades de innovación, y el impacto social, económico y ecológico del CB-HCFM. Asimismo, coordinar acciones con el Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Calidad de Semillas (SNICS) para registrar variedades fúngicas con las cepas mejoradas de las especies de hongos comestibles, funcionales y medicinales que se cultivan a pequeña y gran escala en México. Se fortalecerán las colaboraciones académicas con instituciones nacionales e internacionales de alto nivel.

- V) Fortalecer las capacidades de los miembros de la LGAC-CP en los ámbitos de investigación, docencia y difusión del conocimiento para lograr mayor retribución social, así como apropiación social del conocimiento.

ESTRATEGIA 1.- Se desarrollará un programa de fortalecimiento de competencias en temas de educación a distancia, nuevas tecnologías para estudiar el ADN fúngico, así como las habilidades docentes.

10. METAS y PLAN DE TRABAJO

- I) Generar conocimiento, nuevos productos e innovaciones tecnológicas de alto valor agregado con impacto potencial en todos los niveles de la cadena agroalimentaria microbiana emergente de los hongos comestibles, funcionales y medicinales (CAME-HCFM).

ESTRATEGIA 1.- Desarrollar investigaciones básicas, aplicadas y socioeconómicas que permitan generar conocimiento, tecnologías e innovaciones para la CAME-HCFM.

META 1.- Desarrollar seis proyectos de investigación en un período de 5 años, los cuales se describen a continuación.

No.	Profesores investigadores	Acciones/Proyectos	Objetivo(s)	Fecha inicio	Fecha término	Costo anual
1	D. C. Martínez Carrera (Responsable) Dr. Isaac Tello Salgado (UAEM, Morelos)	Diversidad genética y mejoramiento genético en hongos comestibles, funcionales y medicinales	Determinar la diversidad molecular de los recursos genéticos nativos para fortalecer el programa de mejoramiento genético de los hongos comestibles, funcionales y medicinales. Estudiar los genes que controlan la sexualidad y fructificación en hongos comestibles.	2022	2026	\$150,000
2	M. M. Aliphath Fernández (Responsable)	Estudios etnoecológicos de hongos: el conocimiento, uso y manejo de los hongos comestibles, funcionales y medicinales en comunidades indígenas y campesinas de México	Determinar la diversidad del conocimiento, uso y manejo de hongos silvestres, llevados a cabo por comunidades indígenas y campesinas. El objetivo primordial es conocer y registrar las especies de hongos presentes, manejados y utilizados por las culturas indígenas de México. Estudiar la diversidad de las especies utilizadas y el papel que juegan los hongos en los aspectos alimenticios y culturales de las comunidades indígenas.	2022	2026	\$150,000
3	M. Sánchez Hernández (Responsable) D. C. Martínez Carrera M. Bonilla Quintero I. O. Castillo Sebastian W. Martínez Sánchez Isaac Tello Salgado (UAEM, Morelos)	Organización, transferencia de biotecnologías/innovaciones y apropiación del conocimiento sobre los hongos comestibles y medicinales en comunidades indígenas y campesinas de México	Retribuir a la sociedad mexicana los resultados de las investigaciones básicas, aplicadas y socioeconómicas que desarrolla la LGAC-CP, a través de la organización, la transferencia de biotecnologías/innovaciones y la apropiación del conocimiento. Esto con el fin de fortalecer el cultivo de hongos comestibles a pequeña y gran escala, apoyando a los productores rurales, indígenas y campesinos, así como a las empresas del sector.	2022	2026	\$150,000
4	M. E. Meneses Álvarez (Responsable)	Integración de los hongos comestibles, funcionales y medicinales a una dieta saludable: efecto en el estado de nutrición y salud en comunidades rurales	Determinar el efecto de la integración de hongos comestibles, funcionales y medicinales en una dieta saludable con alimentos regionales, sobre el estado de nutrición y prevención de enfermedades asociadas a obesidad o desnutrición en habitantes de comunidades rurales. Asimismo, conocer los mecanismos de acción que ejercen los hongos en la salud mediante estudios en modelos <i>in vivo</i> .	2022	2026	\$150,000
5	D. C. Martínez Carrera (Responsable) M. E. Meneses Álvarez M. Bonilla Quintero I. O. Castillo Sebastian	Las propiedades funcionales y medicinales de los hongos comestibles: genómica y nutrigenómica	Determinar las propiedades antioxidantes y antimicrobianas de los recursos genéticos nativos de hongos comestibles, funcionales y medicinales, desarrollando innovaciones y nuevos productos de alto valor agregado con el soporte de la evidencia genómica a través de modelos <i>in vitro</i> e <i>in vivo</i> .	2022	2026	\$150,000
6	D. C. Martínez C. (Responsable) M. E. Meneses Álvarez Yésica Mayett Moreno (UPAEP, Puebla) M. Bonilla Quintero I. O. Castillo Sebastian	Investigaciones socioeconómicas sobre la cadena agroalimentaria de los hongos comestibles, funcionales y medicinales en México	Analizar las variables socioeconómicas, estructuras, patrones, e interrelaciones con otros sectores de la cadena agroalimentaria microbiana emergente de los hongos comestibles, funcionales y medicinales en México, con el fin de incrementar su competitividad nacional e internacional, así como su relevancia social, económica y ecológica.	2022	2026	\$150,000

II) Formar talento humano de alto nivel, de manera presencial, mixta, y a distancia.

ESTRATEGIA 1.- Implementar cursos formales de postgrado y no formales en sus diversas modalidades para desarrollar talento humano de alto nivel.

META 1.- Formar 7 graduados de postgrado en 5 años.

Acciones	Responsable (inicial)	Colaboradores (iniciales)	Fecha inicio	Fecha término	Indicador	Costo anual
Identificar necesidades de formación en todos los niveles de la cadena agroalimentaria microbiana emergente de los hongos comestibles, funcionales y medicinales (CAME-HCFM)	Martínez Carrera, D. C.	M. M. Aliphath Fernández M. E. Meneses Álvarez M. Sánchez Hernández M. Bonilla Quintero I. O. Castillo Sebastian W. Martínez Sánchez Isaac Tello Salgado (UAEM, Morelos)	Julio 2022	Diciembre 2026	Documento producido	\$50,000
Generar una nueva propuesta de Programa de Postgrado en Biotecnología Fúngica, por primera vez en México	Martínez Carrera, D. C.	M. M. Aliphath Fernández M. E. Meneses Álvarez M. Sánchez Hernández M. Bonilla Quintero I. O. Castillo Sebastian W. Martínez Sánchez Isaac Tello Salgado (UAEM, Morelos)	Septiembre 2022	Diciembre 2024	Nueva oferta educativa	\$50,000
Evaluar la calidad de los cursos impartidos y su impacto en la formación de talento humano	Aliphath Fernández, M. M.	M. M. Aliphath Fernández M. E. Meneses Álvarez M. Sánchez Hernández M. Bonilla Quintero I. O. Castillo Sebastian W. Martínez Sánchez	Septiembre 2022	Diciembre 2025	Documento producido	\$50,000
Difundir las líneas de investigación de la LGAC-CP Biotecnología y Desarrollo Sustentable: Los Hongos Comestibles, Funcionales y Medicinales, en Universidades con Licenciaturas o Postgrados afines mediante pláticas y visitas, generando interés para realizar postgrados en la LGAC-CP.	M.E. Meneses Álvarez	D.C, Martínez Carrera M. M. Aliphath Fernández M. Sánchez Hernández M. Bonilla Quintero I. O. Castillo Sebastian W. Martínez Sánchez	Julio 2022	Diciembre 2026	Documento producido	\$10,000

III) Desarrollar, transferir y divulgar patentes, tecnologías e innovaciones para diversificar e incrementar la producción y el consumo de hongos comestibles, funcionales y medicinales con altos niveles de calidad, las cuales promuevan nuevos negocios generadores de empleo en regiones estratégicas del país con ventajas competitivas o apoyen la agricultura familiar en regiones prioritarias de extrema pobreza para fortalecer la seguridad alimentaria, la salud y el desarrollo rural sustentable.

ESTRATEGIA 1.- Desarrollar proyectos de investigación, interdisciplinarios e interinstitucionales, orientados a la generación de conocimiento, tecnologías e innovaciones para diversificar e incrementar la producción y el consumo de hongos comestibles, funcionales y medicinales.

META 1.- Desarrollar una innovación tecnológica o patente en un plazo de 5 años considerando el marco de un proyecto interdisciplinario e interinstitucional.

Acción	Responsable (inicial)	Colaboradores (iniciales)	Fecha inicio	Fecha término	Indicador	Costo anual
Generar colaboraciones con diversas instituciones y sus investigadores alrededor de problemas de investigación de interés común	Martínez Carrera, D. C.	M. M. Aliphath Fernández M. E. Meneses Álvarez M. Sánchez Hernández M. Bonilla Quintero I. O. Castillo Sebastian W. Martínez Sánchez Isaac Tello Salgado (UAEM, Morelos)	Julio 2022	Diciembre 2026	Documento producido	\$10,000
Selección de problemas complejos de investigación que permitan el desarrollo de innovaciones tecnológicas con enfoque multidisciplinario	Meneses Álvarez, M. E.	M. M. Aliphath Fernández M. Sánchez Hernández D. C. Martínez Carrera M. Bonilla Quintero I. O. Castillo Sebastian W. Martínez Sánchez	Julio 2022	Diciembre 2026	Documento producido	\$10,000
Ejecución de proyectos de investigación y desarrollo con enfoque multidisciplinario en comunidades rurales	Sánchez Hernández, M.	M. M. Aliphath Fernández M. E. Meneses Álvarez D. C. Martínez Carrera M. Bonilla Quintero I. O. Castillo Sebastian W. Martínez Sánchez	Julio 2022	Diciembre 2026	Participación en convocatorias nacionales e internacionales para financiamiento de proyectos de investigación	\$10,000

Acción	Responsable (inicial)	Colaboradores (iniciales)	Fecha inicio	Fecha término	Indicador	Costo anual
Registrar la propiedad intelectual de las innovaciones y patentes	Martínez Carrera, D. C.	M. M. Aliphath Fernández M. E. Meneses Álvarez M. Sánchez Hernández M. Bonilla Quintero I. O. Castillo Sebastian W. Martínez Sánchez	Julio 2022	Diciembre 2026	Innovación o patente registrada	\$60,000
Cursos y Talleres para la transferencia de innovaciones que impacten en la cadena agroalimentaria microbiana emergente de los hongos comestibles, funcionales y medicinales (CAME-HCFM)	Martínez Carrera, D. C.	M. M. Aliphath Fernández M. E. Meneses Álvarez M. Sánchez Hernández M. Bonilla Quintero I. O. Castillo Sebastian W. Martínez Sánchez	Julio 2022	Diciembre 2026	Cursos y Talleres impartidos	\$100,000

IV) Consolidar e internacionalizar el Centro de Biotecnología de Hongos Comestibles, Funcionales y Medicinales (CB-HCFM) del *Campus* Puebla del CP, como acción estratégica para detonar aplicaciones biotecnológicas y un mayor impacto social, económico y ecológico.

ESTRATEGIA 1.- Realizar gestiones con las principales fuentes de financiamiento para la operación, desarrollo y fortalecimiento de la infraestructura, las capacidades de innovación, y el impacto social, económico y ecológico del CB-HCFM. Asimismo, coordinar acciones con el Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Calidad de Semillas (SNICS) para registrar variedades fúngicas con las cepas mejoradas de las especies de hongos comestibles, funcionales y medicinales que se cultivan a pequeña y gran escala en México. Se fortalecerán las colaboraciones académicas con instituciones nacionales e internacionales de alto nivel.

META 1.- Obtener financiamiento externo para el fortalecimiento de la infraestructura y las capacidades de innovación de la LGAC-CP, así como para la colaboración académica con otras instituciones nacionales e internacionales.

Acción	Responsable (inicial)	Colaboradores (iniciales)	Fecha inicio	Fecha término	Indicador	Costo anual
Identificar instituciones que otorgan financiamiento	Aliphath Fernández, M. M.	D. C. Martínez Carrera M. E. Meneses Álvarez M. Sánchez Hernández M. Bonilla Quintero I. O. Castillo Sebastian W. Martínez Sánchez	Julio 2022	Diciembre 2026	Documento producido	\$10,000

Identificar convocatorias de investigación y vinculación	Meneses Álvarez, M. E.	M. M. Aliphat Fernández M. E. Meneses Álvarez M. Sánchez Hernández M. Bonilla Quintero I. O. Castillo Sebastian W. Martínez Sánchez	Julio 2022	Diciembre 2026	Documento producido	\$10,000
Presentar propuestas de proyectos para ser financiados	Martínez Carrera, D. C.	M. M. Aliphat Fernández M. E. Meneses Álvarez M. Sánchez Hernández M. Bonilla Quintero I. O. Castillo Sebastian W. Martínez Sánchez	Julio 2022	Diciembre 2026	Documento producido	\$10,000
Realizar gestiones necesarias con otros órganos de Gobierno, específicamente coordinar acciones con el Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Calidad de Semillas (SNICS) y la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS).	Sánchez Hernández, M.	D. C. Martínez Carrera M. M. Aliphat Fernández M. E. Meneses Álvarez M. Bonilla Quintero I. O. Castillo Sebastian W. Martínez Sánchez	Julio 2022	Diciembre 2026	Documento producido	\$10,000
Establecer, por primera vez en el país, las normas, indicadores y criterios técnicos básicos para certificar la calidad de la semilla que se utiliza para la producción de hongos comestibles, funcionales y medicinales a pequeña y gran escala en México.	Martínez Carrera, D. C.	M. M. Aliphat Fernández M. E. Meneses Álvarez M. Sánchez Hernández M. Bonilla Quintero I. O. Castillo Sebastian W. Martínez Sánchez	Julio 2022	Diciembre 2026	Documento producido	\$10,000

V) Fortalecer las capacidades de los miembros de la LGAC-CP en los ámbitos de investigación, docencia y difusión del conocimiento para lograr mayor retribución social, así como apropiación social del conocimiento.

ESTRATEGIA 1.- Se desarrollará un programa de fortalecimiento de competencias en temas de educación a distancia, nuevas tecnologías para estudiar el ADN fúngico, así como habilidades docentes.

META 1.- Implementar al menos un curso cada tres años en el que participe al menos el 60% de los integrantes de la LGAC durante el período 2022-2026.

Acción	Responsable (inicial)	Colaboradores (iniciales)	Fecha inicio	Fecha término	Indicador	Costo anual
Implementar un proceso de detección de necesidades de capacitación entre los miembros de la LGAC, en relación con los temas prioritarios identificados	Martínez Carrera, D. C.	M. M. Aliphat Fernández M. E. Meneses Álvarez M. Sánchez Hernández M. Bonilla Quintero I. O. Castillo Sebastian W. Martínez Sánchez	Julio 2022	Diciembre 2026	Documento producido	\$10,000
Diseñar el plan de desarrollo de capacidades de los miembros de la LGAC-CP	Meneses Álvarez, M. E.	M. M. Aliphat Fernández M. Sánchez Hernández Martínez Carrera, D. C. M. Bonilla Quintero I. O. Castillo Sebastian W. Martínez Sánchez	Julio 2022	Diciembre 2026	Documento producido	\$10,000
Implementación de los cursos	Sánchez Hernández, M.	M. M. Aliphat Fernández M. E. Meneses Álvarez Martínez Carrera, D. C. M. Bonilla Quintero I. O. Castillo Sebastian W. Martínez Sánchez	Julio 2022	Diciembre 2026	Documento producido	\$10,000
Evaluación de los cursos	Sánchez Hernández, M.	M. M. Aliphat Fernández M. E. Meneses Álvarez Martínez Carrera, D. C. M. Bonilla Quintero I. O. Castillo Sebastian W. Martínez Sánchez	Julio 2022	Diciembre 2026	Documento producido	\$10,000
Evaluación de las competencias desarrolladas en los miembros de la LGAC	Meneses Álvarez, M. E.	Martínez Carrera, D. C. M. M. Aliphat Fernández M. Sánchez Hernández Martínez Carrera, D. C. M. Bonilla Quintero I. O. Castillo Sebastian W. Martínez Sánchez	Julio 2022	Diciembre 2026	Documento producido	\$10,000

11. PRODUCTOS COMPROMETIDOS POR ACADÉMICO (PERÍODO 2022-2026)

11.1 Cada miembro de la LGAC-CP deberá anotar la clave del producto al que se compromete por año. Es importante mencionar que, en este apartado, se considera un período de integración del grupo de investigación para lograr los mayores niveles de productividad académica.

Miembro de la LGAC-CP	2022 Cantidad	2023 Cantidad	2024 Cantidad	2025 Cantidad	2026 Cantidad
Martínez Carrera, D. C.	1AC 1TE	1AC 1TE	1AC 1TE 1CL 1CC	1AC 1TE 1CC	1AC 1TE 1LI, 1PA, 1MA, 1CC
Aliphat Fernández, M. M.	1TE	1AC 1TE	1TE 1CL	1AC 1TE	1TE
Sánchez Hernández, M.	1TE	1TE	1AC 1CL	1TE	1AC 1TE
Meneses Álvarez, M. E.	1AC	1AC	1AC 1TE 1CL	1AC	1AC 1TE
Bonilla Quintero, M.	1CC 1CL	1CC 1CL	1CC 1CL	1CC 1CL	1AC 1CL
Castillo Sebastian, I. O.	1CC 1CL	1CC 1CL	1CC 1CL	1CC 1CL	1CL 1CC
Martínez Sánchez, W.	1BD	1BD	1BD	1BD	1MA, 1CC

TE: Tesis de estudiante de MC o DC del Programa de Postgrado de adscripción. AC: Artículos científicos en revistas incluidas en el JGR o el padrón del CONACYT. AD: Artículos de difusión. CL: Capítulos de libro. LI: Libro. MA: Manuales. PA: Patentes. BD: Base de datos. CC: Curso de capacitación.

12. INDICADORES (PERÍODO 2022-2026)

Indicador	Meta 2022	Meta 2023	Meta 2024	Meta 2025	Meta 2026
-----------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

Artículos científicos					
Número de artículos científicos	2	3	3	3	4
/ Número de profesores en la LGAC-CP	4	4	4	4	4
Número de artículos por profesor	0.5	0.75	0.75	0.75	1.0

Indicador	Meta 2022	Meta 2023	Meta 2024	Meta 2025	Meta 2026
Tesis de Maestría y Doctorado	3	3	3	3	4
/ Número de profesores en la LGAC-CP	4	4	4	4	4
Número de Tesis de Maestría y Doctorado por profesor	0.75	0.75	0.75	0.75	1.0

Indicador	Meta 2022	Meta 2023	Meta 2024	Meta 2025	Meta 2026
Productos de vinculación					
Cursos de capacitación	2	2	3	3	3
/ Número de profesores en la LGAC-CP	4	4	4	4	4
Número de productos de vinculación por profesor	0.5	0.5	0.75	0.75	0.75

13. RECURSOS EXTERNOS (PERÍODO 2022-2026)

Institución que financia	Monto (MN)
CONACYT (propuesta a partir del 2023)	\$500,000
Recursos propios 2022	\$100,000

14. FIRMA Y VISTO BUENO DE LOS MIEMBROS DE LA LGAC-CP

No.	Nombre completo	Firma	Fecha
1	Dr. Daniel Claudio Martínez Carrera		
2	Dr. Mario Manuel Aliphath Fernández		
3	Dr. Miguel Sánchez Hernández		
4	Dra. María Eugenia Meneses Álvarez		
5	M.C. Myrna Bonilla Quintero		
6	M.C. Ivan Omar Castillo Sebastian		
7	Biólogo Wilfrido Martínez Sánchez		

15. BIBLIOGRAFÍA SELECTA

- Adebayo, E. A., D. Martínez-Carrera, P. Morales, M. Sobal, H. Escudero, M. E. Meneses, A. Avila-Nava, I. Castillo & M. Bonilla. 2018. Comparative study of antioxidant and antibacterial properties of the edible mushrooms *Pleurotus levis*, *P. ostreatus*, *P. pulmonarius*, and *P. tuber-regium*. *International Journal of Food Science and Technology* 53(5): 1316-1330. <https://doi.org/10.1111/ijfs.13712>
- Castañeda Antonio, M. D., D. Martínez-Carrera, J. A. Rivera Tapia, R. Portillo Reyes, P. Morales Almora, M. Sobal Cruz, A. Macías López & H. Leal Lara. 2018. Detection of polysaccharides in *Ganoderma lucidum* extracts. *Nova Scientia* 10(21): 247-257. DOI: doi.org/10.21640/ns.v10i21.1538
- Castañeda de León, V., D. Martínez-Carrera, P. Morales, M. Sobal, A. Gil-Muñoz, P. Severiano-Pérez & H. Leal-Lara. 2019. Productivity and flavor of diverse genotypes of *Ustilago maydis* "cuitlacoche" for human consumption. *Fungal Biology* 123(6): 481-488. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.funbio.2019.04.003>
- Chang, R. 1996. Functional properties of edible mushrooms. *Nutrition Reviews* 54: S91-S93.
- Chang, S. T. 1999. Global impact of edible and medicinal mushrooms on human welfare in the 21st century: nongreen revolution. *International Journal of Medicinal Mushrooms* 1: 1-7.
- Chang, S. T. 2002. Past and present trends in the production of *Lentinula edodes* in Asia. Proceed. IV International Conference on Mushroom Biology and Mushroom Products. Pp. 1-8. Cuernavaca, Mexico.
- Chang, S. T. 2007. Mushroom cultivation using the ZERI principle: potential for application in Brazil. *Micología Aplicada Internacional* 19: 33-34.
- Chang, S. T. & P. G. Miles. 2004. *Mushrooms: Cultivation, Nutritional Value, Medicinal Effect, Environmental Impact*. CRC Press, Boca Raton. 451 pp.
- García-Rojas, D. A., M. E. Meneses, D. Martínez-Carrera, J. D. Figueroa-Cárdenas, M. A. Sánchez-Medina, M. Bonilla-Quintero, B. Petlalcalco-Sánchez, G. A. Martínez-Gutiérrez & A. Pérez-Herrera. 2020. Effect of *Pleurotus agaves* mushroom addition on the physicochemical and sensory properties of blue maize tortillas produced with traditional and ecological nixtamalization. *Food & Function* 11(10): 8768-8779. DOI: [10.1039/d0fo01018a](https://doi.org/10.1039/d0fo01018a)
- Malhotra, N. K. 2007. *Marketing Research, an Applied Orientation*. Pearson Prentice Hall, Upper Saddle River, U.S.A. 679 pp.
- Martínez-Carrera, D. 1998. Oyster mushrooms. Pp. 242-245. *McGraw-Hill Yearbook of Science & Technology* 1999. McGraw-Hill, Inc., New York.
- Martínez-Carrera, D. 2000. Mushroom biotechnology in tropical America. *International Journal of Mushroom Sciences* 3: 9-20.
- Martínez-Carrera, D. 2002. Current development of mushroom biotechnology in Latin America. *Micología Aplicada Internacional* 14: 61-74.
- Martínez-Carrera, D. & 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.
- Martínez-Carrera, D., A. Larqué-Saavedra, A. Tovar Palacio, N. Torres, M. E. Meneses, M. Sobal Cruz, P. Morales Almora, M. Bonilla Quintero, H. Escudero Uribe, I. Tello-Salgado, T. Bernabé-González, W. Martínez Sánchez & Y. Mayett. 2016. 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. Capítulo 30, pp. 581-640. *En: Ciencia, Tecnología e Innovación en el Sistema Agroalimentario de México*. Eds. D. Martínez-Carrera & J. Ramírez Juárez. Editorial del Colegio de Postgraduados-AMC-CONACYT-UPAEP-IMINAP, San Luis Huexotla, Texcoco, México. 856 pp.
- 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 Internacional* 17: 9-20.
- Martínez-Carrera, D., F. Vergara, S. Juárez, A. Aguilar, M. Sobal & W. Martínez. 1996. Simple technology for canning cultivated edible mushrooms in rural conditions in Mexico. *Micología Neotropical Aplicada* 9: 15-27.
- Martínez-Carrera, D., J. F. Smith, M. P. Challen, T. J. Elliott & C. F. Thurston. 1995. Evolutionary trends in the *Agaricus bitorquis* complex and their relevance for breeding. Pp. 29-36. *In: Science and Cultivation of Edible Fungi*. Ed. T. J. Elliott. A. A. Balkema, Rotterdam.
- Martínez-Carrera, D., M. Sobal, A. Aguilar, M. Navarro, M. Bonilla & A. Larqué-Saavedra. 1998. Canning technology as an alternative for management and conservation of wild edible mushrooms in Mexico. *Micología Neotropical Aplicada* 11: 35-51.
- 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*. COLPOS-BUAP-UPAEP-IMINAP, 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 & M. Sobal. 1989. Viabilidad postcosecha de los cuerpos fructíferos de *Pleurotus ostreatus* bajo diferentes condiciones. *Micol. Neotrop. Apl.* 2: 53-66.
- 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. *In: El Cultivo de Setas Pleurotus spp. en México*. J. E. Sánchez, D. Martínez-Carrera, G. Mata y H. Leal (Eds.). ECOSUR, México, D.F. 236 pp.
- Mata, G. & R. Gaitán. 1992. Utilización de pulpa de café mezclada con viruta de madera para el crecimiento micelial de *Lentinus boryanus* y *Lentinus edodes*. *Revista Mexicana de Micología* 8: 125-129.
- Mayett, Y., D. Martínez-Carrera, M. Sánchez, A. Macías, S. Mora & A. Estrada. 2004. Consumption of edible mushrooms in developing countries: the case of Mexico. Pp. 687-696. *In: Science and cultivation of edible and medicinal fungi*. Eds. C. P. Romaine, C. B. Keil, D. L. Rinker and D. J. Royse. Penn State University Press, University Park.
- 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.
- Meneses, M. E., D. Martínez-Carrera, N. Torres, M. Sánchez-Tapia, M. Aguilar-López, P. Morales, M. Sobal, T. Bernabé, H. Escudero, O. Granados-Portillo & A. R. Tovar. 2016. Hypocholesterolemic properties and prebiotic effects of Mexican *Ganoderma lucidum* in C57BL/6 mice. *PLoS ONE* 11(7): e0159631. 1-28. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0159631>
- Meneses, M. E., M. Galicia-Castillo, A. Pérez-Herrera, R. Martínez, H. León & D. Martínez-Carrera. 2020. Traditional mushroom consumption associated to lower levels of triglycerides and blood pressure in an indigenous peasant community from Oaxaca, Mexico. *International Journal of Medicinal Mushrooms* 22(10): 953-966. doi:10.1615/IntJMedMushrooms.2020036350
- Miles, P. G. & S. T. Chang. 1997. *Mushroom biology, concise basics and current developments*. World Scientific Publ., Singapore. 194 pp.
- Oei, P. 2003. *Mushroom cultivation III with special emphasis on appropriate techniques for developing countries*. Backhuys Publishers, Leiden, Holanda. 350 pp.
- Romero-Córdoba, S. L., I. Salido-Guadarrama, M. E. Meneses, G. Cosentino, M. V. Iorio, E. Tagliabue, N. Torres, M. Sánchez-Tapia, M. Bonilla, I. Castillo, B. Petlascalco, A. R. Tovar & D. Martínez-Carrera. 2021. Mexican *Ganoderma lucidum* extracts decrease lipogenesis modulating transcriptional metabolic networks and gut microbiota in C57BL/6 mice fed with a high-cholesterol diet. *Nutrients* 13(1): 38. 1-24. DOI: <https://dx.doi.org/10.3390/nu13010038>