

**Contribución corta**  
**Castillo-Minjarez, 2022**<https://doi.org/10.61767/mjte.001.1.1527>

Recibido: 28-02-2022

Revisado: 15-03-2022

Aceptado: 10-04-2022

Publicado: 29-04-2022

# CONTEXTO DE LOS BIOPLAGUICIDAS COMERCIALES DE BASE FÚNGICA EN MÉXICO

## CONTEXT OF FUNGUS-BASED COMMERCIAL BIOPESTICIDES IN MEXICO

**J.M. Castillo-Minjarez<sup>1,\*</sup>**

<sup>1,\*</sup> Universidad Tecnológica de Tecámac. División de Electromecánica Industrial. Carretera México-Pachuca km 37.5, Col. Sierra Hermosa C.P. 55740, México.

Correspondencia: [jcastillom@uttecamac.edu.mx](mailto:jcastillom@uttecamac.edu.mx)

### Resumen

Existe una tendencia internacional hacia la sostenibilidad que demanda una transformación de las áreas agrícolas productoras de alimentos, ya que existen efectos negativos sobre el ambiente y la salud de los consumidores derivados de la aplicación de productos químicos. Es necesario el uso de alternativas naturales que permitan la generación de alimentos inocuos, acompañadas de un soporte legislativo que oriente los sistemas de producción agrícola hacia un desarrollo sostenible. México ha ratificado el cumplimiento de los compromisos internacionales que promueven la aplicación de plaguicidas alternativos, como el uso de enemigos naturales para el control biológico de plagas agrícolas. En ese sentido, el uso de hongos microscópicos se ha posicionado como una herramienta potencial para contribuir a la sanidad vegetal y la seguridad alimentaria de forma sostenible. En este trabajo se comentan ciertos aspectos de por qué, a pesar de que hay mayor presencia de empresas que ofertan productos elaborados a base de hongos, estos bioplaguicidas no han logrado ser el sustituto de los productos químicos. Especialmente, se analizan las discrepancias observadas en la información pública disponible sobre las empresas y productos presentes en el país. En conclusión, además de la necesidad de ampliar la variedad de agentes de control naturales que sean efectivos para el control de las plagas y de incrementar el número de empresas que los oferten, es fundamental comprender la complejidad del mercado nacional de bioplaguicidas.

**Palabras clave:** bioplaguicidas fúngicos, sanidad vegetal, seguridad alimentaria, desarrollo sostenible, agenda 2030.



## Contribución corta

Castillo-Minjarez, 2022

### ABSTRACT

There is an international trend towards sustainability that demands a transformation of food-producing agricultural areas since there are negative effects on the environment and the health of consumers caused by the application of chemical products. It is necessary to use natural alternatives that allow the generation of safe food, accompanied by legislative support that guides agricultural production systems towards sustainable development. Mexico has ratified compliance with international commitments that promote the application of alternative pesticides, such as the use of natural enemies for the biological control of agricultural pests. With that in mind, the use of microscopic fungi has been positioned as a potential tool contributing to plant health and food safety in a sustainable way. This paper discusses something about why, notwithstanding there is a greater presence of companies that offer products made from fungi, these biopesticides have not become a substitute for chemical products. In particular, the discrepancies observed in the public information available about the companies and products present in the country are analyzed. In conclusion, in addition to expand the variety of natural control agents effective for pest control and increasing the number of companies that offer them, it is essential understanding the complexity of the national market for biopesticides.

**Keywords:** Fungal biopesticide, plant health, food security, sustainable development, 2030 schedule.

### 1. Introducción

En diciembre de 2018, las Naciones Unidas, a través de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) generó el documento denominado “Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe”, que señala la necesidad de lograr una seguridad alimentaria, mejorar la nutrición y promover una agricultura sostenible. Es fundamental combatir al hambre en la región, basando los sistemas de producción agrícola en la Agenda 2030 [1,2]. Así, en el marco del Foro de los Países de América Latina y el Caribe sobre el Desarrollo Sostenible, organizado por la CEPAL y realizado del 15 al 18 de marzo de 2021 [3], varios países, entre ellos México, se comprometieron a implementar la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible [4].

La tendencia internacional hacia la sostenibilidad demanda una transformación en las áreas agrícolas productoras de alimentos, ya que existe una conciencia sobre los efectos negativos sobre

el ambiente y la salud de los consumidores provocados por la aplicación de productos químicos [5]. Existe la necesidad de que los países usen alternativas naturales que permitan la generación de alimentos inocuos, acompañadas de la modificación o adecuación de las leyes para brindar el soporte legislativo correspondiente [6]. En este sentido, los protocolos de Montreal (1987), Kioto (1992) y Nagoya (2014) establecen los compromisos para modificar la legislación mundial hacia una mayor regulación del tipo y cantidad de químicos que se pueden utilizar en las áreas agrícolas productoras de alimentos, y promueven la legislación en favor del uso de enemigos naturales como una de las principales alternativas de control biológico de plagas agrícolas, posicionándose como una herramienta clave para contribuir a la sanidad vegetal y la seguridad alimentaria [2,6,7].



## Contribución corta

Castillo-Minjarez, 2022

### 2. Problemática de los bioplaguicidas fúngicos

Con el contexto expuesto anteriormente, se vislumbra la oportunidad para que las empresas fomenten una industria agrícola sustentable, a través de la comercialización de agentes de control biológico o incluso, que se constituyan empresas nuevas que produzcan bioplaguicidas. No obstante, existen diferentes razones por las cuales los bioplaguicidas no han logrado ser el sustituto de los productos químicos en el mercado, en especial los bioplaguicidas fúngicos se han caracterizado por tener eficacia variable o mala calidad, lo cual ya se ha determinado que está ligado a las particularidades de cada región, ya que la eficacia del hongo se afecta si es aplicado como agente de control biológico exótico, es decir, en regiones en las cuales las condiciones ambientales son diferentes a las zonas endémicas de donde haya sido aislado, asimismo, es importante considerar el género de hongo utilizado, ya que cada uno de ellos tiene la capacidad de matar de manera específica a ciertos insectos plaga [8,9,10]. En consecuencia, es necesario ampliar la variedad de agentes de control naturales que garanticen confianza en la efectividad del control de las plagas, implementando el control de calidad en las cadenas de producción y suministro.

### 3. Aspectos del mercado de bioplaguicidas

Bautista et al., (2018) [11], reportaron que en América Latina y el Caribe, el 5 % de los productos utilizados como agentes de control biológico para la protección de cultivos agrícolas corresponde al uso de insectos y microorganismos. La bacteria *Bacillus thuringiensis* destaca dentro de los microorganismos usados como principio activo de los bioplaguicidas [9,10]. Asimismo, diferentes especies de hongos han sido agentes de control biológico efectivos, ya sea como antagonistas o entomopatógenos, prevaleciendo géneros como

*Beauveria*, *Metarhizium*, *Isaria* (*Cordyceps*), *Lecanicillium*, *Trichoderma* y *Nomuraea* [9].

En México, existe una creciente tendencia a la producción, comercialización y consumo de bioplaguicidas elaborados a base de insectos entomófagos, entomopatógenos y microorganismos antagonistas, por lo cual, la cantidad de empresas nacionales e internacionales que los ofertan se han incrementado [6]. No obstante, a los problemas de calidad mencionados anteriormente, se suma la presencia de reglamentaciones inconsistentes. Esto representa un área de oportunidad para la ampliación y mantenimiento de la producción de los agentes de control biológico en los programas de los sectores público y privado [10].

El entendimiento de la complejidad de este mercado a nivel nacional, como señalan Arredondo-Bernal y González-Cabrera, (2020) [6], implica la necesidad de conocer cómo está segmentado, así como diferenciar entre las empresas dedicadas al comercio, las instancias gubernamentales con programas específicos de control biológico con financiamiento propio, y los productores que cuentan con infraestructura propia para la reproducción masiva de organismos benéficos con fines de autoconsumo.

En el presente trabajo, se llevó a cabo la búsqueda de información oficial disponible, que permitiera hacer una estimación de los productos comerciales que conforman el mercado nacional de plaguicidas biológicos, que tienen hongos como base para el control de plagas. Se encontraron algunos insumos públicos emitidos por las instituciones gubernamentales responsables del tema, pertenecientes a la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER) y a la Secretaría de Salud (SSA). Los resultados obtenidos se presentan a continuación.

### 4. Información de SENASICA

El Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA) es una entidad gubernamental dependiente de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural que,



## Contribución corta

Castillo-Minjarez, 2022

dentro de sus atribuciones, tiene la de vigilar que los plaguicidas de uso agrícola que se pretendan registrar sean eficaces y se les permita obtener su Dictamen de Efectividad Biológica. En su sitio de internet, el 26 de febrero de 2020, publicó el directorio de empresas de plaguicidas, documento denominado “Directorio de empresas certificadas vigentes por cumplimiento de la NOM-034-fito-1995” [12]. Esta Norma Oficial Mexicana establece los requisitos y especificaciones fitosanitarias para el inicio de funcionamiento que deberán cumplir las personas físicas o morales interesadas en la fabricación, formulación, formulación por máquina, formulación y/o maquila e importación

de plaguicidas agrícolas [13]. A partir de la información reportada en el documento, se estimó que de los casi 3,000 plaguicidas enlistados (biológicos y químicos), únicamente el 1% corresponde a productos cuyo principio activo son hongos y que son diez las empresas relacionadas a su mercadeo (Tabla 1). Asimismo, se determinó que el principal hongo utilizado es *Trichoderma harzianum*, seguido por *Beauveria bassiana* y *Paecilomyces lilacinus* (Figura 1).

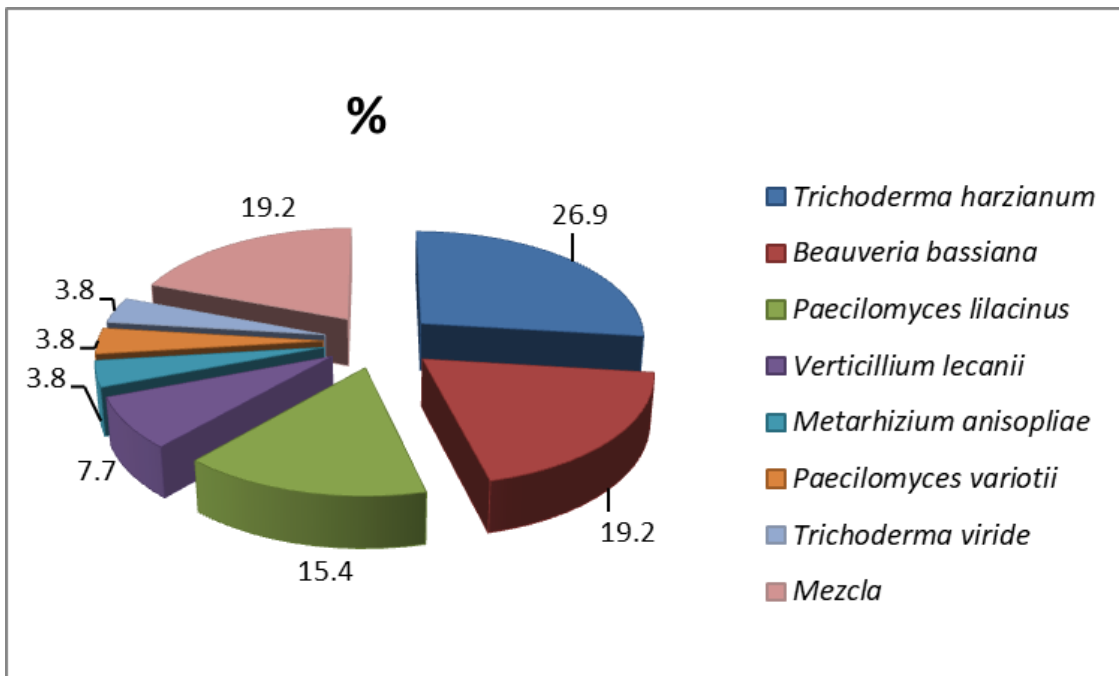


Figura 1. Hongos utilizados en control biológico según el Directorio de empresas certificadas vigentes por cumplimiento de la NOM-034-fito-1995.



## Contribución corta

Castillo-Minjarez, 2022

**Tabla 1.** Empresas con productos cuyo principio activo son hongos según el Directorio de empresas certificadas vigentes por cumplimiento de la NOM-034-fito-1995.

Empresa	Clave (Actividad)	Productos comerciales	Ingrediente Activo	Registro
<b>PLANT HEALTH CARE DE MEXICO, S. DE R.L. DE C.V.</b>	EMIM-09-17-031 (Empresa importadora).	PHC T22 / PHC BIOPACK F / PHC ROOTSHIELD / PHC PLANTSHIELD / PHC COMPETE PLUS / PHC PLANTERBOX / T-22 HC / PHC G-41-PLANTERBOX / PHC ROOTMATE / PHC ROOTSHIELD PLUS	<i>Trichoderma harzianum</i>	RSCO-FUNG-0301B-303-002-001
<b>EL VERGEL DE OCCIDENTE, S.A. de C.V.</b>	EMIM-09-17-025 (Empresa importadora).	NATURALIS L / MYCORALIS	<i>Beauveria bassiana</i>	RSCO-INAC-0195-309-012-002
<b>SINQUÍMICA, S.A. de C.V.</b>	EFOR-25-18-004 (Empresa formuladora).	NEMAQUIM / NEMAKILL / PHA.DA / NEM P.B./ SINNEMAKILL / NEMPHADA / O.B GOLF	<i>Paecilomyces variotii</i> cepaQ09	RSCO-NEMA-0909-301-008-002
		FUNGI T.V. / TRI-VI / TRICOVIRIDE / KILL T.V. / grip GOLF	<i>Trichoderma viride</i> cepa	RSCO-FUNG-0302K 301-008-002
<b>GREENCORP BIORGANIKS DE MÉXICO, S.A. DE C.V.</b>	EFOR-05-19-010 (Empresa formuladora).	ENTOMAXX 5X2 / BIOMAXX DUO / ENTOPPLUS BIO / MAXXIKOVER BIO. / BIOFIVE STARS	<i>Beauveria bassiana</i> + <i>Nomurea rileyi</i> + <i>Metarhizium anisopliae</i> + <i>Verticillium lecanii</i> + <i>Paecilomyces fumosoroseus</i> +Concentrado Oleico –activo múltiple	RSCO-MEZC-INAC-0195-X0029-096-85.0
		LARBIOL 2X / BIOHAMMER / LARVIOUT / KILLARV / LARBIOL GM / LEPIDOUT / ENTOMAXX 5X2 / BIOPESTMAX	<i>Beauveria bassiana</i> Conidios + <i>Nomurea rileyi</i> Conidios+Aceite de neem+ <i>Bacillus thuringiensis</i> esporas var. kurstaki y var. israelensis	RSCO-INAC-0195-0636-096-54
		NEMAXXION BIOL / NEMACOL/ NEMABIOL / NEMAGREEN / NEMAGOLD / NEMAKING / NEMATON PLUS	<i>Trichoderma spp.</i> + <i>Paecilomyces lilacinus</i> + <i>Bacillus subtilis</i> +QUITOSAN+BI CARBONATO DE POTASIO	RSCO-NEMA-0302W-0529-013-88.00
<b>BIOKRONE, S.A. DE C.V.</b>	EFYM-11-18-018 (Empresa formuladora y/o maquiladora).	NATU CONTROL / BIOBEN / RIZOBEN / RIZOGENT / MORVEL BK-TH001	<i>Trichoderma harzianum</i>	RSCO-FUNG-0301B-307-002-001



## Contribución corta

Castillo-Minjarez, 2022

Tabla 1. (continuación).

<b>BIORGANIX MEXICANA, S.A. de C.V.</b>	EFXM-05-18-024 (Empresa formuladora por maquila).	BIOWALL	<i>Trichoderma harcianum</i> + <i>Bacillus licheniformis</i>	RSCO-MEZC-FUNG-0302X-0299-094-30
<b>LABORATORIO Y SERVICIOS AGROBIOLÓGICOS, S.A. DE C.V.</b>	EFXM-25-18-010 (Empresa formuladora por maquila).	NEMAGRO/ LABSA NEMA/ NEMACARE	<i>Paecilomyces lilacinus</i>	RSCO-NEMA-0907-X0005-013-005
		AGRODERMA/ LABSA TRICH/ FUNGIDERMA	<i>Trichoderma harzianum</i>	RSCO-FUNG-0301B-X0066-013-011
<b>QUIMICA AGRONOMICA DE MEXICO, S. DE R.L. DE C.V.</b>	EFOR-08-19-001 (Empresa formuladora). EMIM-08-19-001 (Empresa importadora).	MILINI / BIOIN DALIFE Bb / BROADBAND	<i>Beauveria bassiana</i>	RSCO-INAC-0195-0622-002-1.4
		ARRECIFE / BIONE DALIFE BP	<i>Paecilomyces lilacinus</i> + <i>Bacillus firmus</i>	RSCO-MEZC-NEMA-0910-X0001-02-006
		FRAGATA / BIOFUNG DALIFE T / FERVOR / ANDANTE / ALLEGRO / COMPARZA / KUERDA / ESPEZIA / TUDOR / VOLERO / DAZZLING	<i>Trichoderma harzianum</i>	RSCO-FUNG-0301B-0526-002-5.0
<b>ULTRAQUIMIA AGRÍCOLA, S.A. DE C.V.</b>	EFXM-17-17-016 (Empresa formuladora por maquila). EFAB-17-18-004 (Empresa fabricante). EFOR-17-18-008 (Empresa formuladora).	SPECTRUM BEA B / BEAUVERIA / ULTRALITE BEA B / CYR BEAUVERIA/ INTER BB	<i>Beauveria bassiana</i>	RSCO-INAC-0195-X0013-009-0.40
		SPECTRUM META A / METARHIZIUM / ULTRALITE META A / CYR METARHIZIUM / CYR META / SPECTRUM FUNGIZIUM / SPECTRUM MICOPROT / SPECTRUM MICROGLOW / XRRIZUM / INTER-M-A	<i>Metarhizium anisopliae</i>	RSCO-INAC-0190-0682-009-0.40
		SPECTRUM PAE L / PAECILOMYCES / ULTRALITE PAE L / SPECTRUM NEMA DIE / CYR PAECILOMYCES L	<i>Paecilomyces lilacinus</i>	RSCO-NEMA-0907-X0007-009-0.40
		SPECTRUM TRICO-BIO / TRICHODERMA / ULTRALITE TRICO BIO / SPECTRUM TRICO H / CYR TRICHODERMA	<i>Trichoderma harzianum</i>	RSCO-FUNG-0301B-X0037-064-0.45



## Contribución corta

Castillo-Minjarez, 2022

Tabla 1. (Continuación).

AGROQUÍMICOS VERSA, S.A. DE C.V.	EMIM-05-18-032 (Empresa importadora).	Bb-TECNICO	<i>Beauveria bassiana</i>	RSCO-INAC-0195-313- 017-092
	EFYM-05-18-021 (Empresa formuladora y/o maquiladora).	PL-TECNICO	<i>Paecilomyces lilacinus</i>	RSCO-NEMA-0907-305- 017-088
	EFAB-05-19-001 (Empresa fabricante).	Th-TECNICO	<i>Trichoderma harzianum</i>	RSCO-FUNG-0301B-309- 017-070
		VL-TECNICO	<i>Verticillium lecanii</i>	RSCO-INAC-0104M-301- 017-090
		ATENTO / BEIRA /BARA	<i>Beauveria bassiana</i>	RSCO-INAC-0195-315- 002-007
		CHIMAL / RECURO / BEHELE	<i>Paecilomyces lilacinus</i>	RSCO-NEMA-0907-307- 002-007
		LABRADOR / SCARTO / RODONG	<i>Trichoderma harzianum</i>	RSCO-FUNG-0301B- 0194-002-1.4
		EDAY / FLORETE / VASTATOR	<i>Verticillium lecanii</i>	RSCO-INAC-0104M-303- 002-006

### 5. Información del CNRCB

El SENASICA, a través del Centro Nacional de Referencia de Control Biológico (CNRCB) en el área de hongos entomopatógenos, realiza las actividades siguientes [14]:

- Búsqueda de hongos entomopatógenos nativos;
- Selección de aislados y cepas de hongos entomopatógenos por su virulencia y productividad;
- Tecnología para la producción masiva;
- Formulación;
- Seguridad biológica contra insectos benéficos asociados a la plaga y mamíferos;
- Evaluación de equipos de aplicación;
- Evaluación del impacto sobre las poblaciones de la plaga objetivo.

El CNRCB junto con otros Centros Regionales de Estudios y Reproducción de Organismos Benéficos (CREROB) ofertan 60 especies de agentes de control a laboratorios reproductores con propósitos mercantiles, de los cuales 42% son insectos y ácaros entomófagos, 20% son microorganismos entomopatógenos, 27% son agentes con actividad antagonista y 11% son

fitófagos y fitopatógenos utilizados para el control de maleza [6].

Recientemente se cuenta con el Directorio de laboratorios reproductores y comercializadores de agentes de Control Biológico a partir del cual se sabe de la existencia de 69 laboratorios reproductores, distribuidores y comercializadores de organismos benéficos como agentes de control biológico [15]. Sin embargo, también se sabe que existen más empresas dedicadas a producir y ofertar agentes de control biológico, no obstante, se desconocen sus datos de identidad. Arredondo-Bernal, aclara que las especies citadas en este directorio son reportes otorgados por los mismos laboratorios reproductores. A partir del documento y enfocándose en los agentes de control microbiano se analiza por un lado, que el mercado de los entomopatógenos ofertados por los laboratorios en México incluye a especies de bacterias y hongos principalmente. En lo que se refiere a los hongos, el 46.4% de los laboratorios establecidos producen *B. bassiana* y el 50.7% producen *Metarhizium anisopliae* (Metchnikoff) Sorokin; por otro lado, se tiene que hay 28 empresas productoras de microorganismos antagonistas comprendiendo 53 productos: 15 a base de bacterias y 38 a base de hongos. En la



## Contribución corta

Castillo-Minjarez, 2022

tabla 2, se enlistan los hongos que son más ofertados (entomopatógenos y antagonistas) y los nombres de los productos comerciales recopilados en el directorio del CNRCB.

La comparación de la numeralia de ambas fuentes de información (SENASICA vs. CNRCB) resulta en la existencia de contrastes o discrepancias en la información proporcionada

por los dos directorios analizados. Pese a ello, es importante resaltar la consistencia de la información reportada en lo que se refiere a ciertos géneros de hongos que conforman el mercado de bioplaguicidas de origen fúngico. En particular, se reitera el dominio en el mercado del hongo *B. bassiana* y de diferentes especies del género *Trichoderma*.

**Tabla 2.** Productos comerciales fúngicos reportados por laboratorios reproductores para el control biológico de plagas agrícolas (directorio del CNRCB).

Microorganismo	Nombre del producto comercial
<i>Beauveria bassiana</i> (Bals.) Vuill	Bea-Sin, Bea-Plus, Bea-Tron, Control-B, Beauver, Bio Attack Bb, Bio-Broc, Beaveria bassiana, Bea-Met, Bio-Bassi (cepa BbET), Beamet, Bea Bichs, Beaubassil, Ban Bb, Bio-Arista Bb, BeneBeau, <i>Beauveria bassiana</i> Conidios, Mepab, Bea-Tnk y Spectrum Bea B.
<i>Hirsutella thompsonii</i> (Fisher)	<i>Hirsutella thompsoni</i> , H120.
<i>Isaria fumosorosea</i> Wize	Pae-Sin, Pae-Plus, Pae-Tron, Control-P, Pacilom, Bio Attack Pf, Fungi "Isaria" y Spectrum Pae F.
<i>Isaria javanica</i> (Bally) Damson & Hywel-Jones	Biopacel, Isaria-Pac, Ban-lj y Benelsari.
<i>Lecanicillium lecanii</i> (Zimm.) Zare & W. Gams	Verti-Sin, Verti-Plus, Verti-Tron, Bea-Met y Verpae.
<i>Metarhizium anisopliae</i> (Metchnikoff) Sorokin	Meta-Sin, Meta-Plus, Meta-Tron, Control-M, Dextrux, Bio Attack Ma, Metaplus, Bea-Met, Metafung, Meta-Bichs, Dtruxin, Metarsil, Ban-Ma, Bio-Arista-Mt, BeneRhizium, Meta-ICSA, Meta-Noc, Metadom, Mepab, Meta-TNK y Spectrum Meta A.
<i>Metarhizium acridum</i> Driver & Milner	Metaplus Complex, Ban-Mac, BeneRhizium, <i>Metarhizium acridum</i> Metadom cepa 213.
<i>Metarhizium rileyi</i> (Farl.) Kepler, Rehner & Humber	CHE-CNRCB 354
<i>Paecilomyces</i> sp.	Paecilo-Bichs y Mepab.
<i>Purpureocillium</i> (= <i>Paecilomyces</i> ) lilacinum (Thom) Luangsa-ard, Houbraken, Hywel-Jones & Samson.	Pae-Lil, Pacilila, Phylacin, Vermi-Fungi, Pae-Lila Bichs, Nematikron, Paelil, Lila-Sin/Lila-Plus/LilaTron/Control-L/Lilac / Nem Out y Spectrum Pae L.
<i>Trichoderma</i> sp.	Ban-tricho, Trichoderma y Tricovel.
<i>Trichoderma aureoviride</i> Rifai	Bio-Arista-TH
<i>Trichoderma harzianum</i> Rifai	Trichoderma, Trichosil, BeneTrich, <i>Trichoderma harzianum</i> , Antagonista, TricoFungi, Antagonista 20 SP, Trichoderma, Natucontrol, Tricho-Sin/Tricho-Plus/Tricho-Tron/Control-Th/Elicitor/Tricoder Forte, Spectrum Trico Bio y Tricon.
<i>Trichoderma koningii</i> (Oudem)	Koningii
<i>Trichoderma lignorum</i> (Tochinai & Shimada) Pidopl	Tricofungi
<i>Trichoderma longibrachiatum</i> Rifai	<i>Trichoderma longibrachiatum</i>
<i>Trichoderma viride</i> Pers	Antagonista TV y Antagonista.





## Contribución corta

Castillo-Minjarez, 2022

### 6. Información de la COFEPRIS

Otro enfoque a analizar para estimar el número de empresas y bioplaguicidas fabricados a base de hongos y que son comercializados en México, consiste en el conocimiento de los productos con registro sanitario [2, 6]. La producción y formulación de los agentes de control de origen microbiano, así como la regulación y certificación de las empresas productoras, está regulada por la Secretaría de Salud a través de la Comisión Federal contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS). En la tabla 3, se incluye una lista de las especies comercializadas por empresas, muchas de ellas

transnacionales (Abbot Laboratories, Advan, Agrevo Mexicana, Agroquímicos Versa, Aventis Cropscience, BASF, Bayer-Monsanto, Biochem Systems, Biokrone, Buckman Laboratories, Certis Agro, DowDupont, Dow Agrociencias, Dupont y Mycogen). El listado incluye el nombre comercial del microorganismo y el número de registro ante la COFEPRIS. Con forme a un análisis de la información reportada en COFEPRIS, Arredondo-Bernal y González-Cabrera, estimaron que son 43 las empresas que tienen productos biológicos con acción como agentes de control de plagas; a su vez, de los 133 registros obtenidos, el 19% son hongos [6].

**Tabla 3.** Bioplaguicidas de hongos registrados como agentes de control biológico ante COFEPRIS.

Especie	Nombre comercial	Registro en COFEPRIS
<i>Beauveria bassiana</i> cepa GHA	Naturalis L	RSCO-INAC-0195-303-012-002
	Mycotrol Es/Botanicgard/Micron/ Baxil	RSCO-INAC-0195-305-355-011
	Mycotrol Es	RSCO-INAC-0195-307-355-011
	Cercon Es	RSCO-INAC-0195-311-355-011
<i>Beauveria bassiana</i>	Bea-Sin	RSCO-INAC-0195-0236-315-2.5
	Naturalis L/Mycoralis	RSCO-INAC-0195-309-012-002
	Bb-Técnico	RSCO-INAC-0195-313-017-092
	Atento/Beira/Bara	RSCO-INAC-0195-315-002-007
	Bioveria/Biovetrol/Biovegrow/Basimax/Biovecrop	RSCO-INAC-0195-317-002-010
	Bea-Sin/Bea-Plus/Bea-Tron/Control B/Beaver/Bio Attack Bb	RSCO-INAC-0903-0195-0291-002-2.5
	Spectrum BEA B/Beauveria/Ultralite BEA B/CYR Beauveria	RSCO-URB-INAC-0195-X0020-009-0.40
	Spectrum BEA B/Beauveria/Ultralite BEA B/CYR Beauveria/Inter BB	RSCO-INAC-0195-X0013-009-0.40



## Contribución corta

Castillo-Minjarez, 2022

Tabla 3. (Continuación).

<i>Metarhizium anisopliae</i>	<b>Meta-Sin</b>	<b>RSCO-INAC-0376-0250-315-3.0</b>
	Meta-Sin/Meta-Plus/Meta-Tron/ Control-M/Dextrux/Bio Attack Ma	RSCO-INAC-0903-0289-002-3.0
	Spectrum Meta A/Metarhizium/Ultralite Meta A/Cyr Metarhizium/Cyr Meta/Spectrum Fungizium/Spectrum Micoprot/Spectrum Micoglow/Xrrizum/Inter-M-A	RSCO-INAC-0190-0682-009- 0.40
	Spectrum Meta A/Metarhizium/Ultralite Meta A/Cyr Metarhizium/Cyr Meta/Spectrum Fungizium/Spectrum Micoprot/Spectrum Micoglow	RSCO-URB-INAC-0903-X0037- 009-0.40
	Meta Noc/Metadom/Muscardina/Supermetadom/Supe rmeta/Metakill 16/Meta-Ld 16/Meta Hm10	RSCO-INAC-0903-X0320-002- 6.25
<i>Paecilomyces fumosoroseus*</i>	Pae-Sin/Pae Plus/Pae-Tron/Control P/Paecilom/Bio Attack Pf	RSCO-INAC-0906-0286-002-3.0
	Pae-Sin	RSCO-INAC-0907-0238-315-3.0
	PFR-97 20 % WDG	RSCO-INAC-0910-0014-034- 020
<i>Paecilomyces fumosoroseus* + Metarhizium anisopliae + Beauveria bassiana</i>	Tri-Sin/Tri Plus/Tri-Tron/Control- Tri/Entomotri/Bio Attack Mix3	RSCO-INAC-0908-0285-002-5.7
	Tri-Sin/Tri Plus/Tri-Tron/Control- Tri/Entomotri/Bio Attack Mix3	RSCO-INAC-0909-0290-009-5.7
<i>Verticillium lecanii**</i>	Eday/Florete/Vastator	RSCO-INAC-0104M-303-002- 006
	Verti-Sin	RSCO-INAC-0104M-0237-315- 2.5
	VL-Técnico	RSCO-INAC-0104M-301-017- 090
<i>Paecilomyces lilacinus***</i>	Lila-Sin/Lila-Plus/Lila-Tron/Control-L/Lilac/Nem Out	RSCO-NEMA-0907-0307-002-3
	Biostat	RSCO-NEMA-0907-301-002-033
	Biocat WG/Myco-Nema WG	RSCO-NEMA-0907-303-034- 006
	Chimal/Recuro/Behele	RSCO-NEMA-0907-307-002- 007
	PL-Técnico	RSCO-NEMA-0907-305-017-088
<i>Paecilomyces variotiicepsa</i> Q09	Nemaquim/Nemakill/Phada/Nem PB/Sinnemakill/Nemphada	RSCO-NEMA-0909-301-008-002



## Contribución corta

Castillo-Minjarez, 2022

Tabla 3. (Continuación).

<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Rhodotorula minuta</i>	BR/Fungifree-AB Plus/Bioprotech-AB-Plus/Fungisafe-AB Plus/ Biocontrol-AB Plus/Fungitrol-AB Plus/Contrbiol-AB Plus	RSCO-FUNG-0302W-301-002-001
<i>Bacillus licheniformis</i> + <i>Trichoderma harzianum</i>	Biowall	RSCO-MEX-FUNG-0302X-0299-094-30
<i>Trichoderma harzianum</i>	Labrador/Scarto/Rodong	RSCO-FUNG-0301B-0194-002-1.4
	Tricho-Sin/Tricho-Plus/Control-TH/Elicitor/Trichoder Forte	RSCO-FUNG-0301B-0287-002-3.0
	PHC T22/PHC Biopack F/PHCRootshield/PHC Plantshield/PHC Compete Plus/PHC Planterbox/T-22 HC/PHC G-41-Planterbo X/PHC Rootmate/PHC Rootshield Plus	RSCO-FUNG-0301B-303-002-001
	Trichodex 20 SP RSCO-FUNG-0301B-305-003-020 Moho gris Natu	RSCO-FUNG-0301B-307-002-001
	Control/Bioben/Rizoben/Rizogent/Morvel BK-TH001 Th-Técnico	RSCO-FUNG-0301B-309-017-070
<i>Trichoderma harzianum</i> + <i>Trichoderma viride</i> + <i>Trichoderma fasciculatum</i>	JUQ	RSCO-MEYC-1301J-301-012-003
<i>Trichoderma lignorum</i>	Mycobac	RSCO-FUNG-0301C-301-002-010
<i>Trichoderma viride</i>	Funikill/Fungi TV/Tri-VI/Tricoviride/Kill TV	RSCO-FUNG-0302K-301-008-002

\* *Paecilomyces fumosoroseus* = *Isaria fumosorosea* = *Cordyceps fumosorosea* (nombre científico actual).

\*\* *Verticillium lecanii* = *Lecanicillium lecanii* (nombre científico actual).

\*\*\* *Paecilomyces lilacinus* = *Purpureocillium lilacinum* (nombre científico actual).

## 7. Discusión

Se ha dificultado conocer con exactitud el número de empresas y bioplaguicidas fabricados a base de hongos y que son comercializados en México, debido principalmente, a las inconsistencias intrínsecas de la información pública proporcionada por las instituciones gubernamentales responsables del tema. Analizando los datos proporcionados por las tres fuentes de información revisadas, se encontró que existen diferencias en el número de empresas y de productos reportados. El SENASICA reporta 30 productos y 10 empresas; el

CNRCB indica que son 69 laboratorios reproductores, distribuidores y comercializadores de organismos benéficos como agentes de control biológico, incluyendo aproximadamente 100 productos de hongos; por su parte, la COFEPRIS reporta que son 43 las empresas que tienen productos biológicos con acción como agentes de control biológico y 25 productos de hongos. No obstante, no se debe perder de vista que la diferenciación entre empresas dedicadas al comercio, instancias gubernamentales con programas específicos de control biológico con financiamiento propio y los productores que cuentan con infraestructura propia para la



## Contribución corta

Castillo-Minjarez, 2022

reproducción masiva con fines de autoconsumo explica las discrepancias observadas, ya que existen laboratorios artesanales de pequeña escala que producen mayormente para autoconsumo y de igual manera, hay empresas que comercializan bioinsecticidas importados del extranjero [6]. Es sugerible que haya una consistencia en la información oficial reportada, las incongruencias deben ser resueltas o como mínimo, se podría aclarar por qué se originan. El tema de fondo es la inexistencia de un marco regulatorio dirigido especialmente, no sólo al uso de hongos, sino de todos aquellos agentes considerables dentro del control biológico [10]. La regulación de los bioplaguicidas está inmersa en la establecida para los plaguicidas químicos, lo que conlleva a vacíos normativos. Debido a la naturaleza de los productos biológicos y en especial, a la importancia que están adquiriendo en el desarrollo de prácticas agrícolas sostenibles, es muy importante la generación de regulaciones específicas para este tipo de productos que conlleven a la generación, actualización o reforma del marco legal actual. Es fundamental tener una certidumbre del registro, monitoreo y trazabilidad de los bioplaguicidas, no sólo que permita conocer con exactitud el número de empresas y productos que forman parte del mercado nacional, sino su calidad y el grado de eficacia en su aplicación.

### 8. Conclusiones

La versatilidad biológica de los hongos los posiciona como elementos clave para el control de plagas agrícolas, por lo que es relevante apoyar las actividades de investigación enfocadas a encontrar nuevas especies endémicas con potencial, ya que tales investigaciones y la documentación generada (patentes y/o artículos) pueden funcionar como soporte científico de su efectividad. También, es necesario incrementar la difusión de los casos de éxito, para impulsar la transferencia de tecnología y como consecuencia el uso extensivo de esta alternativa biotecnológica. También, es importante el trabajo interinstitucional entre el SENASICA y la COFEPRIS que permita la generación de una base de datos

única con información estadística precisa sobre bioplaguicidas. Asimismo, todas estas acciones deberían respaldarse con la generación de una norma específica para bioplaguicidas y/o la adecuación del marco legal existente.

### 9. Referencias

- [1] CEPAL. La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe. Naciones Unidas [Internet]. 2018 [citado 18 abr 2021]. Disponible en: [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/1362/40155/24/S1801141\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/1362/40155/24/S1801141_es.pdf)
- [2] Córdova-Albores LC, Zelaya-Molina LX, Ávila-Alistac N, Valenzuela-Ruiz V, Cortés-Martínez NE, Parra-Cota FI, de los Santos-Villalobos S. Omics sciences potential on bioprospecting of biological control microbial agents: the case of the Mexican agro-biotechnology. *Mex. Fitopatol.* 2020; 39(1): 147-184. DOI: <http://dx.doi.org/10.18781/R.MEX.FIT.2009-3>
- [3] CEPAL. Foro de los Países de América Latina y el Caribe sobre el Desarrollo Sostenible 2021. Cuarta Reunión del Foro-Reunión Virtual, 15 a 18 de marzo. Comisión Económica para América Latina y el Caribe [Internet]. 2021 [citado 18 abr 2021]. Disponible en: <https://foroalc2030.cepal.org/2021/es>
- [4] CEPAL. Países de América Latina y el Caribe se comprometen a implementar la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible y avanzar hacia un futuro mejor. Comisión Económica para América Latina y el Caribe [Internet]. 2021 [citado 18 abr 2021]. Disponible en: <https://foroalc2030.cepal.org/2021/es/noticias/pais-es-america-latina-caribe-se-comprometen-implementar-la-agenda-2030-desarrollo>
- [5] Rani L, Thapa K, Kanojia N, Sharma N, Singh S, Grewal AS, Srivastav AL, Kaushal J. An extensive review on the consequences of chemical pesticides on human health and environment. *J. Clean. Prod.* 2021; 283, 124657. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124657>



## Contribución corta

Castillo-Minjarez, 2022

[6] Arredondo-Bernal HC, González-Cabrera J. El comercio del control biológico en México. En: Arredondo Bernal HC, et al, editores. Fundamento y práctica del Control Biológico de plagas y enfermedades. 1a Ed. México: Colección: Biblioteca Básica de Agricultura; 2020. p. 599-629.

[7] Ramírez-Guzmán KN, Torres-León C, Martínez-Terrazas E, De la Cruz-Quiroz R, Flores-Gallegos AC, Rodríguez-Herrera R, Aguilar CN. Biocontrol as an Efficient Tool for Food Control and Biosecurity. En: Grumezescu AM, Holban AM, editores. Food Safety and Preservation: Modern Biological Approaches to Improving Consumer Health. Reino Unido: Academic Press; 2018. p. 167-193. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814956-0.00007-X>

[8] Castillo-Minjarez JM, Garza-López PM, Barrios-González J, Loera O. Free conidia of entomopathogenic fungi modify quality traits by changing glutathione levels after an oxidant stimulus. Biol. Control, 2019; 137, 104011. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2019.104011>

[9] Gómez M, Alarcón A, León M, Oehlschlager C, Solórzano L. Comercialización de agentes de control biológico. En: Alba Marina Cotes, editora. Control biológico de fitopatógenos, insectos y ácaros. 2a Ed. Colombia: Agrosavia; 2018. p. 762-793. <https://doi.org/10.21930/agrosavia.investigacion.7402537>

[10] Montesinos-Matías R, García-Cancino MD, Castillo-Minjarez JM, Ordáz-Hernández A y Sánchez-González JA. La calidad de los enemigos naturales en programas de control biológico. En: Arredondo Bernal HC, et al, editores. Fundamento y práctica del Control Biológico de plagas y enfermedades. 1a Ed. México: Colección: Biblioteca Básica de Agricultura; 2020. p. 451-90.

[11] Bautista EJ, Mesa L, Gómez-Álvarez MI. Alternativas de producción de bioplaguicidas microbianos a base de hongos: el caso de América Latina y El Caribe. Sci. Agropecu.. 2018; 9(4): 585-604.

<http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2018.04.15>

[12] SENASICA. Directorio de empresas certificadas vigentes por cumplimiento de la NOM-034-fito-1995. Gobierno de México [Internet]. 2020 [citado 30 abr 2021]. Disponible en: <https://www.gob.mx/senasica/documentos/empresas-de-plaguicidas-certificadas>

[13] DOF (Diario Oficial de la Federación). NOM-034-FITO-1995 Norma Oficial Mexicana, por la que se establecen los requisitos y especificaciones fitosanitarias para el aviso de inicio de funcionamiento que deberán cumplir las personas físicas o morales interesadas en la fabricación, formulación, formulación por maquila, formulación y/o maquila e importación de plaguicidas agrícolas. Gobierno de México [Internet]. 1995 [citado 30 abr 2021]. Disponible en: <https://catalogonacional.gob.mx/FichaRegulacion?regulacionId=1787#:~:text=Norma%20Oficial%20Mexicana.NOM%2D034%2DFITO%2D1995%2C%20Por%20la%20que%20se,e%20importaci%C3%B3n%20de%20plaguicidas%20agr%C3%ADcolas>

[14] SENASICA. Centro Nacional de Referencia de Control Biológico. Gobierno de México [Internet]. 2020 [citado 30 abr 2021]. Disponible en: <https://www.gob.mx/senasica/documentos/hongos-entomopatogenos>

[15] Arredondo-Bernal HC. Directorio de laboratorios reproductores y comercializadores de agentes de control biológico en México. Centro Nacional de Referencia de Control Biológico-CNRF [Internet]. 2020 [citado 30 abr 2021]. Disponible en: <http://sivicoff.cnf.gob.mx/ContenidoPublico/10%20Material%20de%20Consulta/Literatura/Especies%20ex%C3%B3ticas%20invasoras/DIRECTORIO%20DE%20LABORATORIOS.pdf>